

X 350 VRD RU

**НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ
для сварки**

MiCOR
INSIDE



в реестре ОАО «Газпром»



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.

1 (41) 2013

январь – февраль

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®

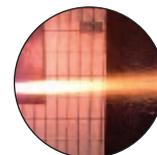
Технологии
Производство
Сервис

В России

1–2013

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	6
Технологии и оборудование	
Технологии PLAZER® в инженерии поверхности и плазменной обработке материалов. <i>В.Н. Коржик, М.Ф. Короб</i>	8
Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей. <i>В.М. Кулик, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин</i>	12
Ручные и машинные резаки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко</i>	14
Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой. <i>А.В. Мезенцев, А.А. Бердников, Д.В. Безносков</i>	18
Газовое оборудование GCE — качество, проверенное временем. <i>А.С. Пьянков</i>	20
Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки. <i>В.В. Ишуткин</i>	22
Автоматическая установка для дуговой МИГ-сварки продольного шва рельсовой части сварной крестовины.	28
Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением. <i>Г.И. Лашенко</i>	30
Наши консультации	36
Зарубежные коллеги	38
Выставки и конференции	
Научно-техническая конференция «Современные проблемы металлургии, технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов». <i>В.М. Илюшенко, И.А. Рябцев</i>	42
XI Международный промышленный форум	46
6-я научно-техническая конференция «Модернизация и переоснащение предприятий. Эффективные технологии при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей»	48
Календарь выставок на 2013 г.	49
Страницы истории	
Создание и покорение суперстали. Часть 4. Материаловеды и сварщики решают проблемы производства пара. <i>А.Н. Корниенко</i>	54



News of technique and technologies	6
Technologies and equipment	
Technologies PLAZER® in engineering of a surface and plasma processing of materials. <i>V.N.Korzhik, M.F.Korob</i> . . .	8
Nickelless and chrome-manganese electrodes for welding and cladding high-strength and diverse steels. <i>V.M.Kulik, E.L.Demchenko, D.V.Vasil'ev, V.P.Elagin</i>	12
Manual and machine cutting torches with quickly-replace monoblock mouthpieces for cutting of preparations by thickness up to 500 mm. <i>V.M.Litvinov, Yu.Lisenko, S.A.Chumak, K.P.Shapovalov, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, A.I.Korovchenko</i>	14
Increase of the operational characteristics rolls hot mill by superficial plasma training. <i>A.V.Mezentsev, A.A.Berdnikov, D.V.Beznoskov</i>	18
Gas equipment GCE — time-tested quality. <i>A.S. Pyankov</i>	20
The concept of modular flexible industrial systems of arc welding. <i>V.V.Ishutkin</i>	22
Automatic plant for MIG arc welding of longitudinal joint of rail sector of welded crosspiece	28
Directions of development of the combined technologies of fusion welding. <i>G.I.Lashchenko</i>	30
Our consultations	36
The foreign colleagues	38
Exhibitions and conferences	
Scientific and technical conference «Modern problems of metallurgy, technologies of welding and cladding steels and colour metals». <i>V.M.Ilyushenko, I.A.Ryabtsev</i>	42
XI International industrial forum	46
6 th scientific and technical conference «Modernization and reequipment of the enterprises. Effective technologies at manufacturing, repair and restoration of details»	48
Exhibition calendar – 2013.	49
Pages of a history	
Creation and conquest of supersteel. Part 4. Metallurgical scientists and welders decide problems of production pair. <i>A.N.Kornienko</i>	54

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 Г. А. Асылбек, Т. И. Коваленко
Верстка и дизайн Т. Д. Пашигорова
Адрес редакции 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19
Телефон +7 499 922 69 86
Факс +7 499 922 69 86
E-mail ctt94@mail.ru
URL <http://www.welder.msk.ru>

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик в России» обязательна.
 © «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2013
 Подписано в печать 11.02.2013. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Тираж 3000 экз. Заказ № П000001432 от 11.02.2013.

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, 66
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 **K0103**
 в каталоге российской прессы
 «Почта России» —
 персональная подписка

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Технологии PLAZER® для плазменной обработки материалов и инженерии поверхности

В.Н. Коржик, М.Ф. Короб

Описаны такие процессы, как плазменное порошковое напыление покрытий, плазменное проволоочное напыление, плазменное поверхностное упрочнение и плазменная модификация корневого шва. Приведены примеры комплектов оборудования PLAZER®, микроструктура плазменных покрытий, внешний вид деталей с покрытием.

Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей

В.М. Кулик, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин

Описаны разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона безникелевые хромомарганцевые электроды марок АНВМ-2 и АНВМ-3 для ручной дуговой сварки и наплавки. Даны характеристики электродов, механические свойства металла сварного шва. Приведены результаты испытаний и области применения хромомарганцевых электродов.

Ручные и машинные резаки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко

Рассмотрены разработанные в ПАО «НКМЗ» и ООО «НИИПТ-маш — Опытный завод» и внедренные в производство экономичные ручные и машинные резаки для резки заготовок толщиной до 500 мм. Приведены результаты экспериментов и технические характеристики резаков ТОРН-Р и ТОРН-М.

Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой

А.В. Мезенцев, А.А. Бердников, Д.В. Безносков

Рассмотрен процесс плазменной закалки дугой прямого действия, применяемый для упрочнения калибров сложной конфигурации валков горячей прокатки. Даны результаты испытаний чугунных валков, подвергнутых плазменной закалке. Приведены данные по увеличению стойкости опытных комплектов упрочненных валков.

Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки

В.В. Ишуткин

Предложены компоненты и технологические схемы гибких производственных систем для дуговой сварки, сформированных по модульному принципу. Рассмотрены возможные режимы работы, критерии производительности и граничные условия применения таких систем.

Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением

Г.И. Лащенко

В продолжении статьи рассмотрены такие направления развития комбинированных технологий сварки, как двух- и трехдуговая сварка плавящимися электродами, гибридная сварка (дуговая + газовое пламя) и комбинированные технологии лазерной, электронно-лучевой и дуговой сварки.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Опыт эффективного упрочнения деталей, подвергающихся абразивному изнашиванию

А.А. Гаврилов

Освещен опыт износостойкой наплавки быстроизнашивающихся деталей смесителя модели WM2-70 фирмы KUNKEL-WAGNER (Германия) вместимостью до 2000 кг, предназначенного для подготовки песчано-глинистых формовочных смесей для литейного производства. Разработанная технология может иметь практическое применение для наплавки различных деталей и оборудования.

Технологические возможности двухдуговой комбинированной сварки «плазма+ МАГ»

В.М. Илюшенко, А.В. Ганчук, А.Н. Слободян, Д.Н. Степченко

Рассмотрены результаты выполненных в ИЭС им. Е.О. Патона исследований по изучению технологических возможностей комбинированного процесса двухдуговой сварки. Даны режимы комбинированной сварки, особенности применяемых плазматрона и МАГ-горелки. Приведена схема сварки с использованием комбинированного процесса «плазма + МАГ».

Основы разработки технологии сварки плавлением

Г.И. Лащенко

Рассмотрены основные способы сварки, различающиеся по характеру защиты, особенностям введения теплоты, степени автоматизации процесса. Дана классификация способов сварки плавлением. Приведены 191 способ дуговой сварки плавящимся электродом, которые могут быть осуществлены путем применения различных методов защиты зоны сварки и вариантов питания дуги.

Технология ремонта буровых платформ с помощью сварки — анализ использования методов МКЭ

Z. Mirski, P. Krasnodebski

В статье польских специалистов рассмотрены материалы для изготовления оффшорных конструкций, технология подводных работ. Даны примеры ремонта морских плавающих платформ и критерии выбора способа ремонтных работ.

Установки для нагрева крупногабаритных деталей и сварных металлоконструкций. Обзор

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

Описано разработанное ООО «НИИПТ-маш-Опытный завод» и ПАО «НКМЗ» и внедренное в производство новое оборудование для нагрева крупногабаритных заготовок и металлоконструкций. Приведены характеристики газовоздушных горелок; установок для термической правки сварных металлоконструкций и др.

Роботизация современного промышленного производства

О.К. Маковецкая

Дан обзор рынка промышленных роботов (ПР) за 2011 г. Приведено количество ежегодных продаж ПР; общая их численность (парк) всех типов и назначений в регионах мира в 2010–2011 гг. и прогноз на 2012 и 2015 гг.; количество ежегодно устанавливаемых и общая численность сварочных ПР всех типов и назначений в мире в 2008–2010 гг. Дана оценка уровня роботизации отраслей общего машиностроения по объему годовых продаж ПР в 2011 г.

... И МНОГОЕ ДРУГОЕ!

Сварочный аппарат TETRIX 230 AC/DC

Аппарат предназначен для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в среде инертного газа TIG и ручной дуговой сварки MMA на постоянном токе.

Сварку TIG выполняют с высокочастотным (HF) и контактным зажиганием дуги. При сварке покрытыми электродами реализуются функции против прилипания электрода (Antistick) и «горячий старт» (Hotstart) для надежного зажигания ду-



ги. Хорошие результаты получают при сварке аппаратом алюминия и его сплавов. В сварочном аппарате понятный интерфейс, настройку параметров осуществляют на цифровом дисплее. Существует функция удержания для простого считывания и анализа параметров сварки после завершения сварочных работ. Быстроту и качество процессов зажигания и сварки обеспечивает инверторный источник EWM.

Сварочный аппарат TETRIX 230 AC/DC отличается мобильностью и компактностью, конструкция корпуса и система

вентиляции позволяют увеличить продолжительность включения и минимизировать загрязнения внутри аппарата. Защиту от перегрева обеспечивает встроенное реле.

Благодаря экономичности и высокой производительности сварочный аппарат применяют во многих отраслях промышленности: в машиностроении, автомобилестроении, судостроении, приборостроении, при сварке трубопроводов, изготовлении резервуаров и контейнеров, систем отопления и вентиляции, монтажных работах и др.

● #649

Компания EWM HighTec Welding GmbH (Германия)

Техническая характеристика:	TIG	MMA
Диапазон регулирования силы сварочного тока, А	3–230	5–180
Сила тока, А, при (температура окружающей среды, °С):		
ПВ=35%	230 (40)	180 (40)
ПВ=40%	230 (20)	–
ПВ=50%	–	180 (20)
ПВ=60%	180 (20); 160(40)	160(20); 140(40)
ПВ=100%	150 (20); 130(40)	140(20); 110(40)
Напряжение сети, В	1×230 (-40%; +15%)	
Частота тока в сети, Гц	50/60	50/60
Сетевой предохранитель	1×16А	1×16А
Максимальная потребляемая мощность, кВт·А	5,2	5,8
Рекомендуемая мощность генератора, кВт·А		7,8
Масса, кг	17	17
Габаритные размеры, мм	600×205×415	600×205×415

Новая разработка станкостроителей из Дубны

Лазерная резка — самый производительный метод раскроя металла. В настоящее время его используют практически везде, где изготавливают изделия из листового металла. Подавляющее большинство лазерных станков в промышленном производстве России — зарубежные (производства Германии, Швейцарии, Японии).

Российская компания «ВНИТЭП» (VNI-TEP — Advanced Laser Cutting Technology) — резидент особой экономической зоны (ОЭЗ) «Дубна» разработала, запатентовала и ведет серийный выпуск конкурентного продукта — промышленного комплекса обработки металла с волоконным лазером на линейных приводах «Навигатор КС».

Производительность такой машины с двумя независимо работающими Y-балками вдвое больше по сравнению с производительностью обычных станков. Каждая режущая голова может раскраивать свою раскладку на общем или от-

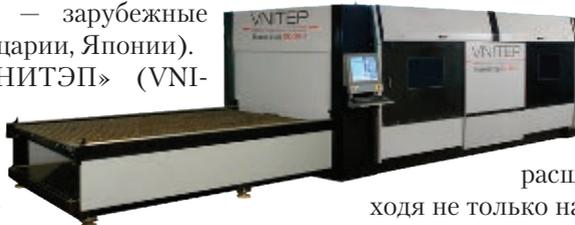
дельном листе, при этом листы могут быть из разного металла, разной толщины, а раскрой выполняют с помощью одного общего или двух отдельных лазерных источников.

Данный комплекс является инновационным, импортозамещающим, экспортно-ориентированным оборудованием.

В настоящее время «ВНИТЭП» постоянно увеличивает продажи и расширяет модельный ряд, выходя не только на российский, но и на зарубежные рынки как западные, так и восточные. На территории России установлено более 40 лазерных раскройных комплексов, помимо этого, осуществлены поставки оборудования во Францию, Болгарию, Белоруссию и Казахстан.

● #650

www.sdelaounas.ru

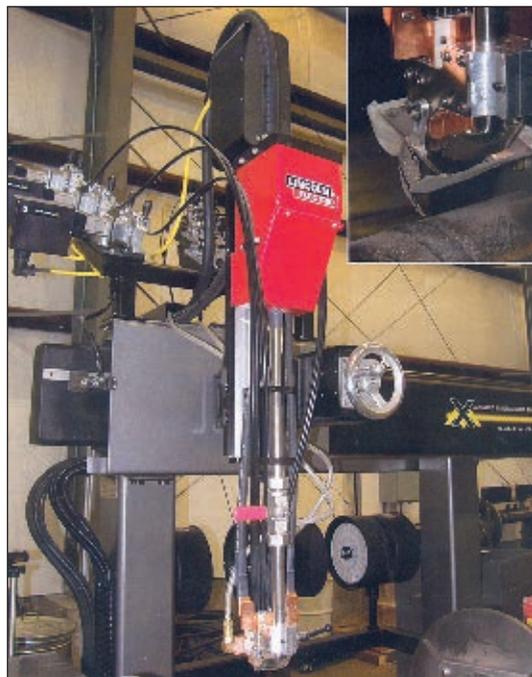


Система Cladiator для наплавки с использованием нескольких проволок

Концепция системы Cladiator фирмы Lincoln Electric состоит в использовании нескольких сварочных проволок малого диаметра, соединенных в электросети параллельно, которые заменяют наплавочную ленту и обеспечивают более высокую гибкость при наплавке.

Применение системы позволяет:

- увеличить ширину наплавки за счет увеличения числа электродов;
- изменить форму валика путем изменения положения электродов и величины шага между ними;



- регулировать величину и форму наплавки за счет изменения диаметра электродов;
- варьировать параметры наплавки с помощью независимого управления скоростью подачи каждой проволоки;
- использовать в одном пуле электроды различного состава;
- обеспечивать работу изолированных друг от друга групп проволоки в противофазе для снижения магнитных эффектов.

В сварочной головке системы может быть использовано до десяти проволок одновременно. Процессом управляют с одного пульта, что дает возможность независимо управлять подачей каждой проволоки и выполнять прямое управление источниками сварочного тока Lincoln Electric PowerWave AC/DC 1000SD по интерфейсу Arc Link.

Опытная эксплуатация подтвердила, что система Cladiator успешно работает с большими катушками проволоки. Наплавленный металл при использовании установки типа Cladiator имеет существенно меньшую профильность, чем при наплавке традиционными методами.

При опытной эксплуатации системы с четырьмя и шестью проволоками диаметром 1,2 мм и использовании только одного источника сварочного тока PowerWave AC/DC 1000SD были получены следующие результаты.

Ширина наплавки, мм:

<i>для каждой проволоки</i>	<i>Около 6,4</i>
<i>для четырех проволок</i>	<i>25,4</i>
<i>для шести проволок</i>	<i>31,8</i>

Производительность наплавки, кг/ч:

<i>для четырех проволок</i>	<i>10</i>
<i>для шести проволок</i>	<i>14,5</i>

Скорость подачи проволоки, м/мин:

<i>внутренней</i>	<i>4,5</i>
<i>внешней</i>	<i>6,4</i>

В зависимости от наплавляемого материала рекомендуют использовать разные сварочные режимы для крайних и средних проволок.

По расходам материалов и трудозатратам наплавка с использованием Cladiator весьма конкурентоспособна. ● #651

Группа компаний «Аргус»

Мировое производство стали в октябре выросло на 1,3%

Как сообщает World Steel Association (WSA), мировое производство стали в октябре 2012 г. составило 126 млн. т, что на 1,3% выше уровня октября 2011 г.

Китайское производство стали выросло на 6% по сравнению с прошлым годом и составило 59,1 млн. т. Япония снизила показатели производства на 6,7%, до 8,8 млн. т. В целом Азия произвела в октябре 81,727 млн. т стали, что на 2,8% выше уровня октября 2011 г.

В странах ЕС Германия произвела 3,7 млн. т стали, что немного выше (на 0,3%)

уровня прошлого года. Итальянское производство стали снизилось на 10,4%, до 2,4 млн. т, французское — на 7,2%, до 1,3 млн. т.

Страны СНГ в октябре произвели 9,915 млн. т стали, что на 4,4% выше уровня прошлого года. В Российской Федерации в октябре выплавляли 6,44 млн. т, что на 12% выше уровня октября 2011 г. Украина снизила производство на 8,5%, до 2,8 млн. т.

Производство стали в США составило 6,9 млн. т, что на 3,3% ниже уровня прошлого года. Бразилия в октябре произвела 3,2 млн. т стали, что выше уровня прошлого года на 7,7%. В октябре 2012 г. производственные мощности в 62 странах использовались на 76,5% по сравнению с 77,7% в предыдущем месяце. Это также ниже на 1,4% по сравнению с октябрём 2011 г.

● #652

www.metalbulletin.ru

Технологии PLAZER® в инженерии поверхности и плазменной обработке материалов

В.Н. Коржик, д-р техн. наук, М.Ф. Короб, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Из всех видов газотермического напыления защитных покрытий технологии PLAZER® – наиболее универсальный способ по роду напыляемых материалов. Во многих случаях он технически и экономически предпочтителен.

Плазменное порошковое напыление покрытий. Технологии PLAZER® в основном ориентированы на использование плазмы продуктов сгорания воздуха с метаном (пропан-бутаном). Оборудование для плазменного напыления защитных покрытий с применением порошков в качестве напыляемого материала включает базовые установки PLAZER 40-PL, PLAZER 80-PL, PLAZER 180-PL в блочном исполнении (рис. 1).

Данные технологии предусматривают два основных варианта реализации процес-

са нанесения покрытий: при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях истечения плазменной струи (рис. 2).

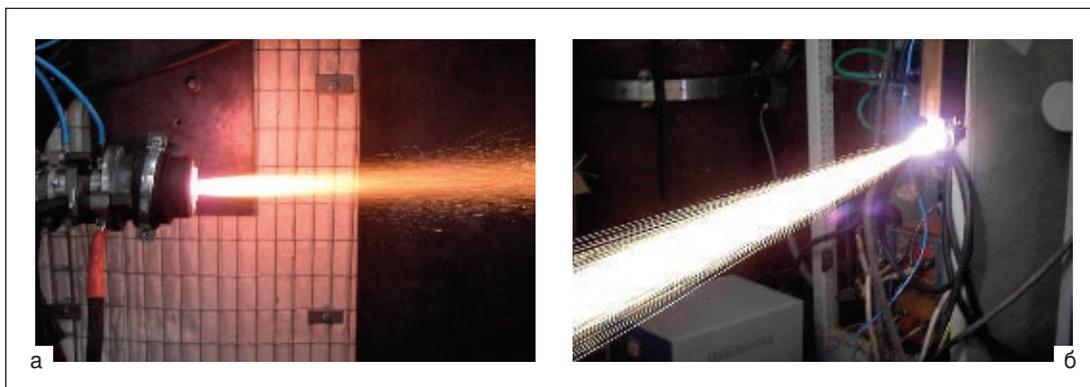
Основные параметры процесса сверхзвукового воздушно-газового плазменного напыления:

Плазмообразующий газ . . . Воздух + пропан или метан (до 5–10%)
 Температура плазмы, К. 3500–7000
 Скорость плазменной струи, м/с . . 1500–3000
 Скорость напыляемых частиц, м/с. 400–600
 Производительность напыления, кг/ч 15–50
 Электрическая мощность, кВт 40–200
 Коэффициент использования напыляемого материала 0,75

Рис. 1. Примеры комплектов оборудования PLAZER® для плазменного порошкового напыления покрытий



Рис. 2. Наружное (а) и внутреннее (б) напыление



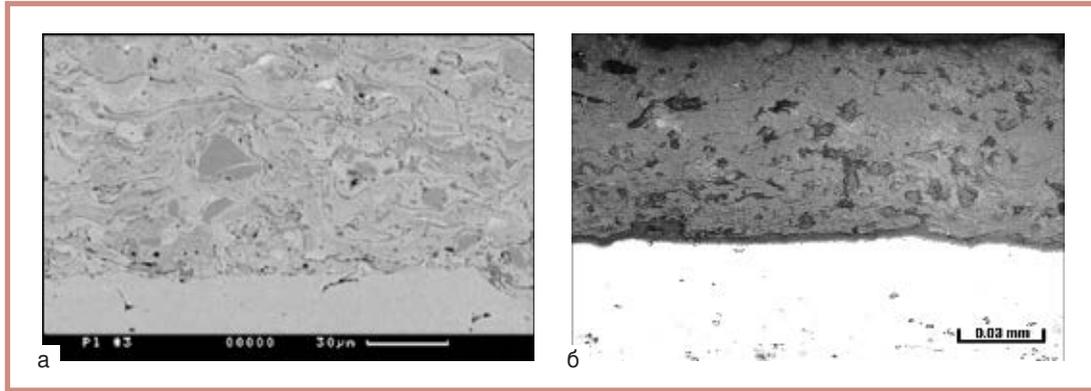


Рис. 3. Микроструктура покрытий, нанесенных при сверхзвуковом плазменном напылении порошков (плазмообразующий газ — воздух + пропан-бутан): а — $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-NiCr}$; б — WC-Co

При сверхзвуковой скорости истечения плазменной струи значительно улучшается качество покрытий: пористость ниже 1%, прочность сцепления с основой при нормальном отрыве 65–100 МПа, повышенная износостойкость и др. (рис. 3, 4), а также повышается производительность напыления (до 50 кг/ч и выше).

Плазменное проволоочное напыление. Перспективным для решения сложных задач машиностроения является плазменно-дуговое проволоочное напыление в аргоновой дуге с интенсивным воздушным обдувом. Особенности такого способа являются плавление и струйное течение материала проволоки в защитной атмосфере аргона, дробление расплава и разгон дисперсных частиц сверхзвуковым потоком воздуха. Такая последовательность обеспечивает минимальные потери на испарение материала проволоки, минимальное его насыщение кислородом и азотом, оптимальный фракционный состав дисперсной фазы, околозвуковую скорость частиц напыляемого материала в момент встречи с основой, наиболее высокую объемную концентрацию напыляемых частиц, минимальный угол раскрытия двухфазного потока, составляющий несколько градусов. Это создает предпосылки для вывода технологии нанесения газотермических покрытий на современный конкурентоспособный уровень.

Данная технология проволоочного плазменно-дугового напыления износостойких покрытий, основанная на распылении плазменной дугой токоведущей проволоки-анода, имеет следующие особенности:

- плавление проволоки происходит в защитной атмосфере аргона;
- дробление расплавленного материала и ускорение дисперсных частиц осуществляется аргоновой плазмой;
- с помощью сверхзвукового потока воздуха, истекающего из кольцевого зазора



Рис. 4. Внешний вид деталей с керамическим плазменным покрытием $\text{ZrO}_2\text{-7\%Y}_2\text{O}_3$, нанесенным по технологии PLAZER®

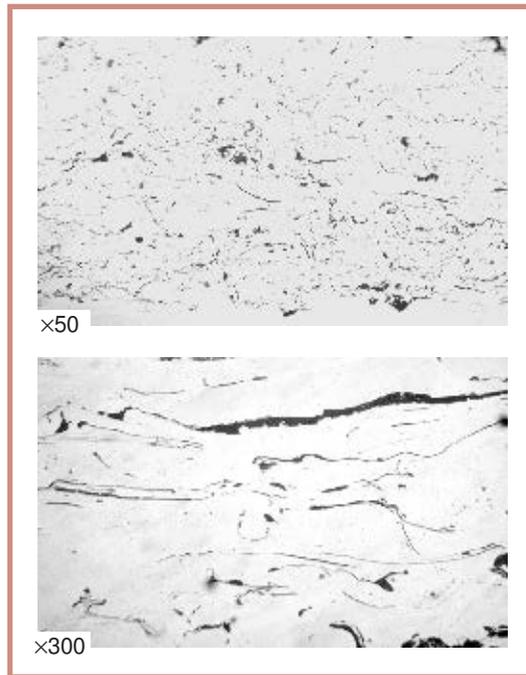


Рис. 5. Микроструктура плазменных покрытий из порошковой проволоки $\text{Fe-Cr}_3\text{C}_2\text{-Al}$, нанесенных по технологии PLAZER®

между соплами плазмотрона, обеспечивает сжатие и ускорение плазменной струи, а также защита напыляемого материала от окисления.

Это обуславливает повышенную плотность покрытия (пористость 0,5–2,5%), максимальные характеристики его прочности сцепления с основой (не менее 50 МПа при нормальном отрыве), когезионную прочность, а также предотвращение выгорания легирующих элементов в процессе напыления покрытия.

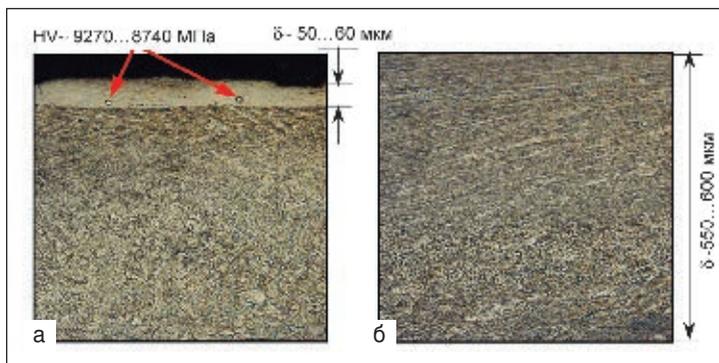


Рис. 6. Микроструктура металла с плазменно-упрочненным слоем в области площадки катания колеса:
а — слабо- травящаяся полоска;
б — структура наклепа, $\times 500$

Металлографический анализ подтверждает возможность получения с помощью данной технологии покрытий из высоколегированной проволоки с пористостью, близкой к «нулевой». Так, например, на микрошлифах покрытий из порошковой проволоки системы Fe-Cr₃C₂-Al, содержащей в качестве порошкового наполнителя карбид хрома, пор практически нет, заметны только прослойки и включения карбидов (рис. 5).

Подобная картина наблюдается для покрытий из высоколегированной проволоки Fe-Cr-Ni-Mn-Mo-W-C и для других типов износостойких покрытий из композиционной и высоколегированной проволоки.

Плазменное поверхностное упрочнение. Высокоскоростное поверхностное упрочнение гребней колесных пар железно-

дорожного транспорта повышает контактно-усталостную прочность металла (рис. 6) и, как следствие, увеличивает их ресурс и надежность. Интенсивность изнашивания гребней снижается в 2,5–3 раза, трещиностойкость повышается на 40%, замедляется также боковой износ рельсов вследствие уменьшения коэффициента трения на 30%.

Технология имеет две отличительные особенности: локальное (в зоне наибольшего износа) упрочнение гребня колеса на глубину 2,5–3 мм и ширину 35 мм до твердости 450 НВ и изменение структуры с феррито-перлитной смеси на мелкоигольчатый мартенсит с розеточным трооститом.

Данная технология реализуется на специализированной установке PLAZER 50H-2M. Высокопроизводительный процесс упрочнения гребней (15 мин на одно колесо) обеспечивает увеличение в три раза времени эксплуатации колесной пары, повышение ее надежности, улучшение условий контакта с рельсом. Способ может быть применен в условиях типового депо (рис. 7, 8).

Плазменная модификация корневого шва. Сварка корневых швов стыков труб традиционно является наиболее сложным этапом при сооружении трубопроводов, на котором к корневому шву и самой сварке предъявляют определенные требования.

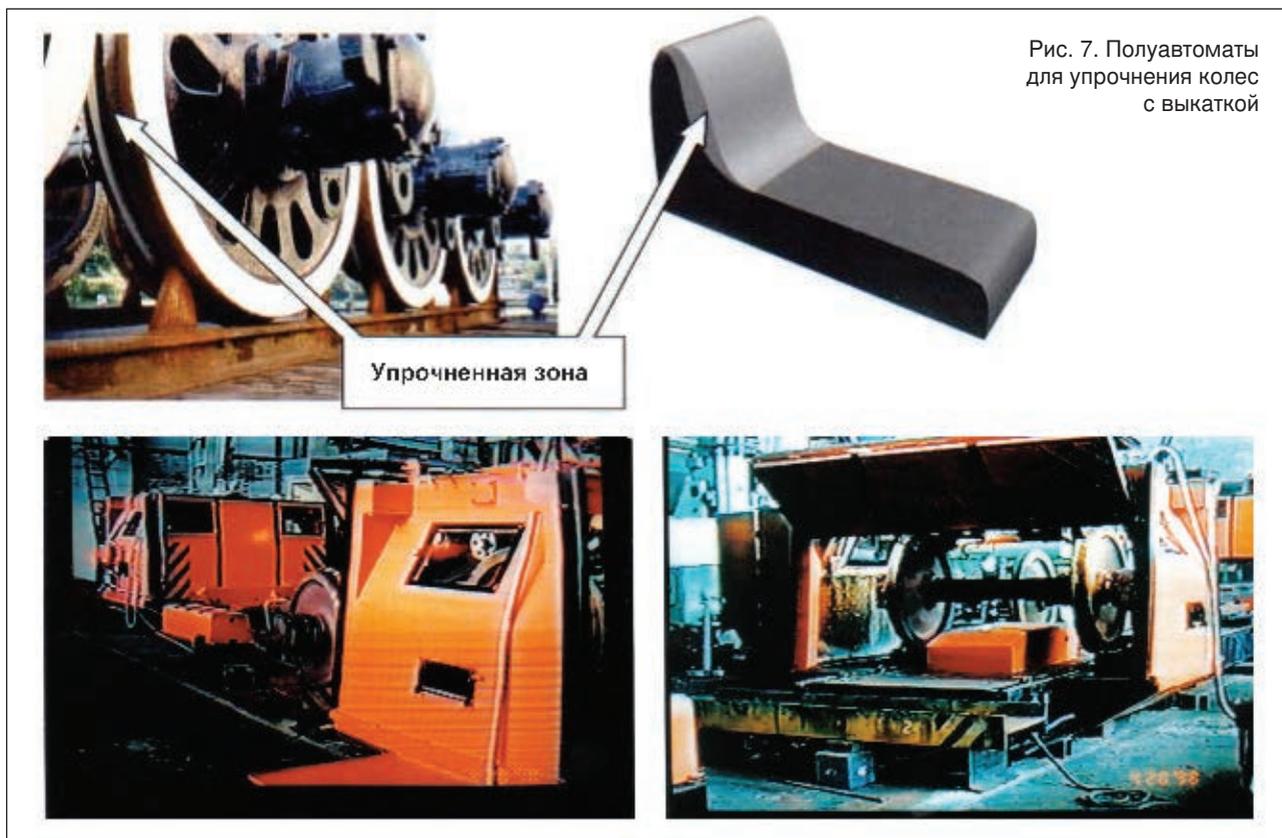
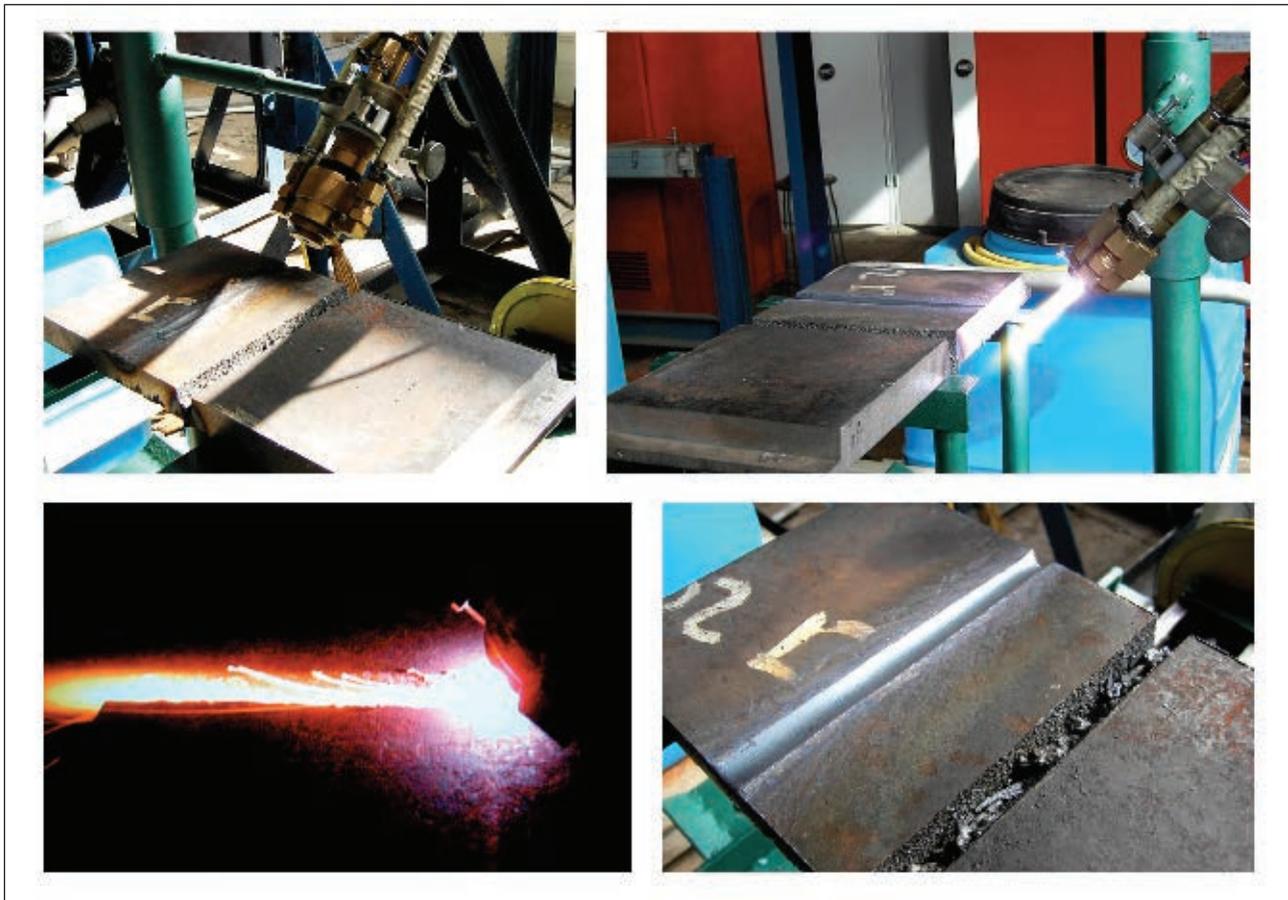


Рис. 7. Полуавтоматы для упрочнения колес с выкаткой



Рис. 8. Плазменное упрочнение колес без выкатки



Технология плазменной очистки грата с одновременной термической обработкой сварного соединения и модификацией поверхности шва (уменьшение дефектов) позволяет значительно облегчить операцию обработки корневого шва, повысить качество сварных соединений трубопроводов и их надежность.

Особенно данная проблема актуальна в случае выполнения корневого шва магистральных трубопроводов высокопроизводительным методом контактной стыковой сварки оплавлением (рис. 9). В настоящее время для строительства магистральных трубопроводов применяют специальные марки стали, при сварке которых необходи-

мо соблюдать специальные требования к качеству корневого шва и термообработке сварного соединения.

Таким образом, технология плазменной модификации сварных соединений после контактной стыковой сварки оплавлением и других методов сварки позволяет:

- удалять грат с поверхности сварного шва при скорости 5 м/мин, создавая ровную оплавленную поверхность;
- выполнять термическую обработку шва при температуре 900°С и более;
- осуществлять высокоэффективную разделку кромок при сварке трубопроводов в соответствии с требованиями технологии.

● #653

Рис. 9. Плазменная модификация сварных соединений после контактной стыковой сварки оплавлением и удаления грата

Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей

В.М. Кулик, канд. техн. наук, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин,
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Хромомарганцевые электроды, обеспечивающие получение аустенитного металла шва (наплавки) повышенной прочности, предназначены для ручной дуговой сварки без подогрева и термической обработки при изготовлении и ремонте деталей и узлов из закаливающихся и разнородных сталей. Применяют для сварки сталей, насыщенных серой и другими поверхностными и внутренними загрязнениями. Данные электроды имеют относительно невысокую стоимость.

При сварке тяжело нагружаемых и работающих в условиях ударно-абразивного изнашивания деталей и узлов из высокопрочных и разнородных сталей существует опасность образования в соединениях холодных трещин, что обуславливает необходимость выполнения подогрева и последующего отпуска. Это усложняет технологический процесс, и не всегда возможно при сварке массивных и крупногабаритных изделий. Во избежание проведения этих дополнительных операций можно использовать высоколегированные Fe-Cr-Ni-(Mo) электроды. Однако они обладают относительно невысокими показателями прочности и износостойкости, что вызывает необходимость их утолщения наплавкой с перерасходом дорогостоящих сварочных материалов и увеличением трудозатрат. При этом ухудшается работоспособность соединения вследствие инициирования разрушения в местах резкого перехода от утолщенного шва к основному металлу.

В ИЭС им. Е.О. Патона разработаны безникелевые хромомарганцевые электроды марок АНВМ-2 и АНВМ-3 для ручной дуговой сварки и наплавки стали 110Г13Л и ее соединений с углеродистыми и низколегированными сталями и сварки высоко-

прочных легированных сталей с обеспечением аустенитного металла шва. Стержни электродов выполняют из низкоуглеродистой стальной проволоки Св-08 или Св-08А, электродное покрытие содержит порошкообразные чистые металлы, ферросплавы и графит для легирования наплавленного металла: до 0,15–0,39% С; 8,5–9,5% Cr; 19,0–24,0% Mn; 0,08–0,12% Ti; 0,15–0,20% V и до 0,16% N. Газошлаковую защиту зоны сварки обеспечивают минералы электродного покрытия, образующие при расплавлении и диссоциации основной шлак, оксид углерода и углекислый газ, а стабильное горение дуги — щелочные и щелочно-земельные элементы в атмосфере дуги. Коэффициент массы покрытия составляет 0,9–1,0, толщина покрытия возрастает с увеличением диаметра стержня электрода (табл. 1).

Газошлаковая защита и связывание водорода во фтористый водород, не растворимый в металлическом расплаве, обеспечивают предотвращение образования пор. Благодаря использованию чистых, без серы и фосфора шихтовых материалов, замене никеля марганцем, введению азота, снижению содержания кремния, легированию ванадием и модифицированию металла присутствующими дисперсными оксидами хрома и титана, а также высокой основности шлака образование горячих трещин в аустенитных швах исключается.

Высокая стойкость против замедленного разрушения и образования холодных трещин в сварных соединениях достигается за счет:

- пониженной температуры плавления хромомарганцевого металла шва и степени перегрева металла ЗТВ;
- связывания в HF и повышенной растворимости в аустенитном металле шва водорода;
- растягивающих напряжений в процессе сварки, повышающих температуру превращения охлаждаемого аустенита в ЗТВ с уменьшением доли и снижением твердости образующегося мартенсита;

Таблица 1. Размерные характеристики хромомарганцевых электродов

Показатель	Диаметр стержня, мм		
	3	4	5
Длина стержня	350	450	450
Толщина покрытия на сторону	1,8–1,9	2,1–2,2	2,3–2,4
Диаметр покрытия	6,6–6,8	8,2–8,4	7,6–7,8

• отпуска при очередных проходах сварки. Получаемый хромомарганцевый металл шва имеет аустенитную структуру с выделениями карбидов и карбонитридов (рис. 1). Он обладает повышенной прочностью (табл. 2) и склонен к упрочнению при механическом наклепе. После холодной пластической деформации его твердость возрастает с 21–22 HRC₃ (235–240 HV) до 39–50 HRC₃ (380–550 HV), что повышает стойкость против ударно-абразивного изнашивания.

У зоны сплавления разнородных по структуре шва, выполненного электродами АНВМ-2 и АНВМ-3, и легированной сталей наблюдается локальное повышение твердости соответственно до 290 и 370–460 HV (рис. 2) вследствие образования мартенситной прослойки шириной 5–15 мкм. При сплавлении аустенитного хромомарганцевого металла шва с аустенитной высокомарганцевой сталью 110Г13Л мартенситная прослойка не образуется и локальное повышение твердости не происходит. Под влиянием сварочных нагревов твердость в зоне термического влияния легированных сталей повышается до 260 и 336 HV, на расстоянии нескольких миллиметров от шва она заметно снижается.

Прочность стыковых соединений стали 30ХГСА с σ_{02} до 830 МПа и σ_B до 935 МПа, сваренной электродами АНВМ-3 без подогрева и термической обработки, достигает $\sigma_B = 910$ МПа, разрушение при испытании происходит за пределами шва. В зоне сплавления шва с основным металлом КСУ⁺²⁰ = 63...124 Дж/см² и КСУ⁻⁴⁰ = 17,5...23,6 Дж/см².

Удовлетворительные сварочно-технологические свойства электродов АНВМ-2 и АНВМ-3 (стабильное горение дуги, умеренное разбрызгивание, удовлетворительная отделимость шлаковой корки, устойчивость против образования пор и трещин в сварных соединениях) сочетаются с приемлемыми санитарно-гигиеническими показателями. По выделениям вредных веществ высоколегированные Cr-Mn электроды близки к высоколегированным Cr-Ni-Mn электродам. Они допускаются к использованию при наличии местной вытяжной вентиляции или средств индивидуальной защиты органов дыхания.

По результатам проверки в производственных условиях новые хромомарганцевые электроды рекомендованы для сварки и наплавки без подогрева и термической обработки деталей и узлов из трудносвариваемых и разнородных сталей при изготовле-

Таблица 2. Механические свойства и показатели твердости хромомарганцевого металла шва

Марка электрода	σ_{02} , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, Дж/см ²	HV
АНВМ-2	380–540	610–720	20–36	38–46	95–140	180–260
АНВМ-3	420–610	670–760	21–28	34–36	110–190	300–360

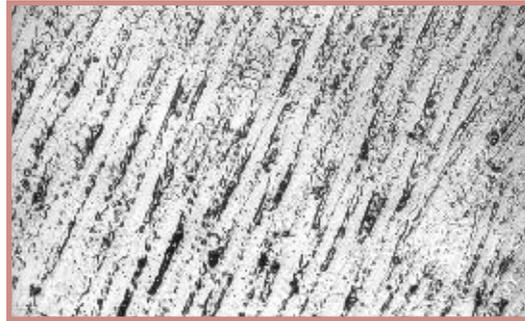


Рис. 1. Микроструктура аустенитного металла шва, выполненного хромомарганцевыми электродами, $\times 400$

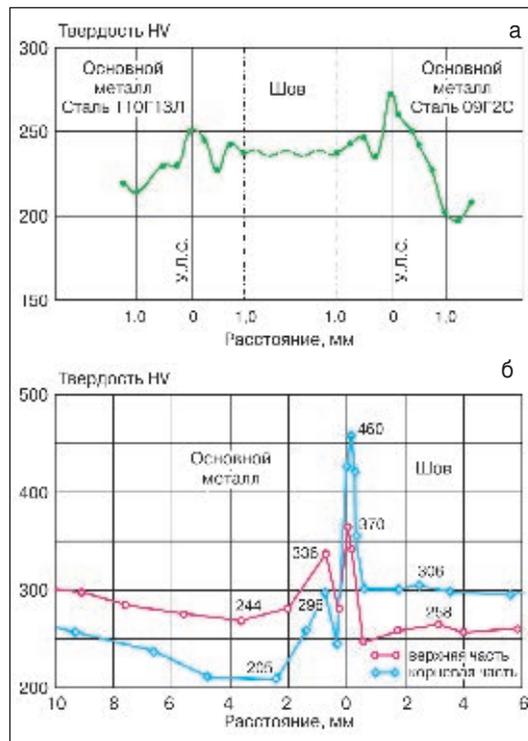


Рис. 2. Распределение твердости в поперечных сечениях сварных соединений сталей: а — 09Г2С и 110Г13Л, сваренных электродом АНВМ-2; б — 30ХГСА (упрочненной), сваренной электродами АНВМ-3

нии и ремонте горнодобывающего и горнообогатительного оборудования. Они применимы для заварки дефектов литья. В отличие от хромоникелевых электродов, с их помощью можно выполнять сварку стали, насыщенной серой и другими поверхностными и внутренними загрязнениями, что позволяет оперативно восстанавливать сваркой без зачистки труднодоступные части изделий, поврежденных при эксплуатации. Стоимость новых хромомарганцевых электродов, производство которых освоено в НИЦ МЗН ИЭС им. Е.О. Патона, ниже стоимости хромоникелевых электродов в 2–3 раза.

• #654

Ручные и машинные резаки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм

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

В последнее время многократно повысились цены на горючий газ и кислород. Назрела необходимость в пересмотре конструкции резаков для резки металлов больших толщин с целью экономии кислорода и горючего газа.

Совершенствование газорезательного оборудования (резаков) для кислородной резки металлов больших толщин происходит по двум направлениям:

- улучшение газодинамических параметров режущей струи;
- формирование факела пламени таким образом, чтобы он не только нагревал кромку заготовки и глубинные слои металла, но и защищал режущую струю от загрязнения, а также «обжимал» кислородную струю по ее длине. При этом потеря чистого кислорода в струе уменьшается с увеличением расстояния до резака, то есть струя сохраняет реакционную способность на большем расстоянии от резака.

В ПАО «НКМЗ» и ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» была поставлена задача разработать и внедрить в производство экономичные ручные и машинные резаки для резки заготовок толщиной до 500 мм. Предположив, что роль подогревающего пламени не ограничивается описан-

ными выше функциями, была предпринята попытка разогнать поток горючей смеси вне резака до скорости, сопоставимой со скоростью режущей струи. Эта попытка закончилась успешно и открыла новые возможности для совершенствования резаков.

За основу были приняты технические решения, заложенные в конструкцию резака РЗ-ФЛЦ, который применяют в цехах НКМЗ и других предприятий с 2007 г. и хорошо зарекомендовал себя: не было зафиксировано ни одного случая обратного удара. Эти решения защищены патентами Украины №15678, кл. F23D 14/46 от 17.07.2006 г. и №29654, кл. B23K 7/00 от 25.01.2008 г.

Высокие технологические и эксплуатационные свойства этого резака обеспечивает факел, условно разбитый на две части:

- основной факел, горящий на некотором расстоянии от торца мундштука и имеющий достаточно высокую скорость и температуру по всей своей длине;
- вспомогательный низкотемпературный факел, «привязанный» к торцу мундштука, который предназначен для удерживания основного факела.

Поскольку скорость потока газовой смеси $V_{и}$ основного факела увеличивается, а скорость горения $V_{г}$ остается прежней, реакция горения в факеле происходит на большей длине (рис. 1). Высокотемпературные участки факела обжимают и формируют струю режущего кислорода на большей длине и, следовательно, улучшают режущие свойства этой струи.

Для того чтобы прогреть глубинные слои металла и предотвратить просок пламени внутрь резака, подогревающее пламя формируют с избытком горючего газа. При пуске режущей струи часть кислорода расходуется на дожигание свободного горючего газа, ухудшая режущие свойства самой струи. Если $V_{и} \gg V_{г}$, то можно формиро-

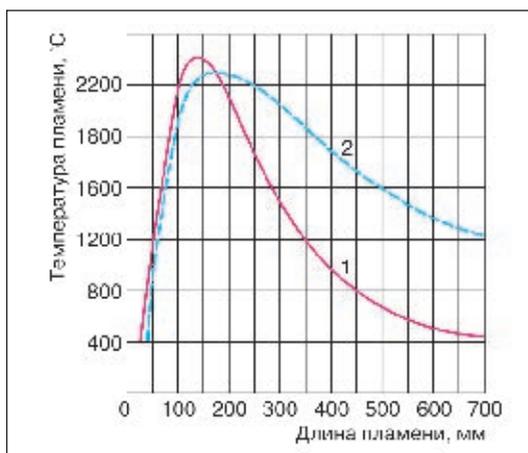


Рис. 1. График зависимости температуры пламени от расстояния до мундштука: 1 — резак РЗР-2; 2 — резак РЗ-ФЛЦ

вать нейтральное пламя, температура которого выше температуры науглероживающего пламени и факел которого не содержит свободного горючего газа, а значит, режущие свойства кислородной струи не ухудшаются, а улучшаются (рис. 2). На рис. 2 видно, что при включении режущего кислорода длина факела не уменьшается. Режущая струя в факеле имеет цилиндрическую форму. Основное пламя горит на расстоянии от мундштука, и шейка вспомогательного пламени надежно «привязывает» его к резаку.

При приближении $V_{и}$ к скорости режущей струи уменьшается их относительная скорость, следовательно, уменьшается механическое воздействие параллельных потоков на режущую струю. Режущие свойства кислородной струи улучшаются.

В условиях, когда $V_{и} \gg V_{г}$, повышается безопасность работы с резаком, так как для проскока пламени внутрь мундштука нужно дополнительное внешнее воздействие. Когда $V_{и} \gg V_{г}$, можно спокойно работать одним и тем же резаком как на природном газе, так и на пропан-бутане или других горючих газах, что подтверждает практика.

Учитывая то, что при разработке резаков выбран инжекторный принцип смешивания кислорода и горючего газа (однородная смесь высокого качества, возможность работы с горючим газом низкого давления), дальнейшая работа по совершенствованию резака была направлена на повышение его безопасности по следующим четырем направлениям.

1. В настоящее время основным допущением при расчете резаков является условие равенства скорости истечения горючей смеси из мундштука и скорости распространения фронта пламени:

$$V_{и} = V_{г}$$

Выходные каналы для горючей смеси имеют такую величину, при которой фронт пламени балансирует в районе торца мундштука, «привязан» к нему, резак работает стабильно, но он чувствителен к внешним возмущениям.

В конструкцию разрабатываемого резака заложены технические решения, позволяющие держать фронт основного пламени на значительном расстоянии от торца мундштука, то есть

$$V_{и} \gg V_{г}$$

При появлении внешних воздействий основное пламя просто отрывается от резака. Внутри резака через выходные каналы может проникнуть низкотемпературное и слабое вспомогательное пламя, но благодаря описанным ниже техническим решениям эта возможность сведена к минимуму.

2. Исполнение внутреннего и наружного мундштуков в одном моноблоке (с множеством изолированных друг от друга подводных каналов, имеющих большую длину и большой периметр при малом поперечном сечении, то есть имеющих большую поверхность охлаждения) является ловушкой, в лабиринтах которой гаснет любой очаг внутрен-

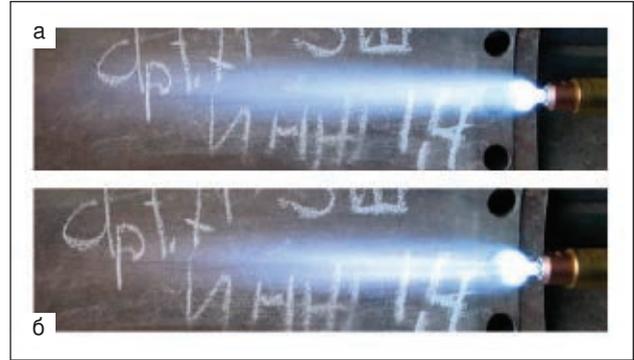


Рис. 2. Формирование пламени (пламя нормальное, факел без избытка горючего газа): а — режущий кислород выключен; б — режущий кислород включен

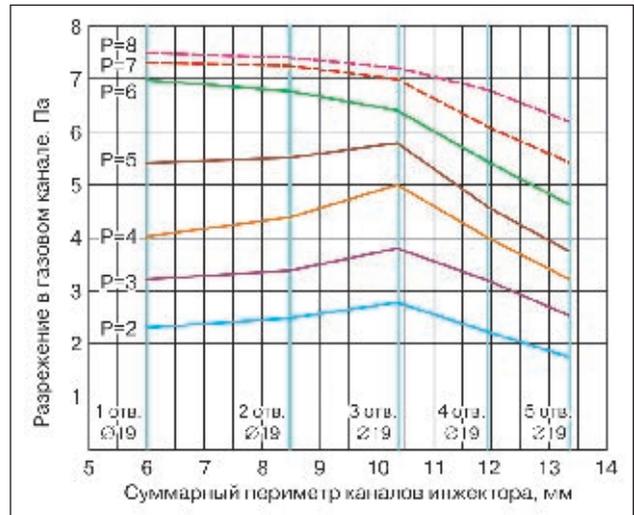


Рис. 3. Зависимость разрежения в резаке от количества отверстий инжектора при разном давлении подогревающего кислорода перед резаком

него горения. В моноблочных мундштуках улучшены условия теплоотвода, исключена возможность корректировки пользователем, исключены элементы случайности, чем гарантирована надежность и долговечность работы резака. Центрирование выходной кольцевой щели гарантирует изготовитель.

3. Общеизвестно, что при увеличении разрежения в каналах горючего газа повышается безопасность работы инжекторного резака. Предположили, что величина разрежения напрямую зависит не от площади поперечного сечения каналов инжектирующего газа, а от их периметра. Увеличивая количество отверстий, при одной и той же суммарной площади поперечного сечения каналов, наибольшее разрежение покажет система, суммарный периметр каналов которой максимальный. Результаты экспериментов по определению этой зависимости представлены в виде графика на рис. 3.

Проведенные эксперименты позволили сделать вывод, что использование трех отверстий инжектора вместо одного, обеспечивающих такой же расход кислорода, повышает инжекцию резака и, следова-



Рис. 4. Резка лома (а), поверхность реза (б). Поковка диаметром 550 мм из стали 15Х2М2ФБС, группа лома Б23. Резак ТОРН-Р. Мундштук №3, диаметр канала режущего кислорода 4 мм. Давление кислорода в сети 0,9 МПа



Рис. 5. Резка лома (а), поверхность реза (б). Поковка диаметром 600 мм из стали 18Х2Н2, группа лома Б13. Резак ТОРН-Р. Мундштук №5, диаметр канала режущего кислорода 5 мм. Давление кислорода в сети 0,9 МПа

Рис. 6. Резка прибыли диаметром 400 мм на отливке из стали 38Х1М1Л резакон ТОРН-Р. Мундштук №3. Диаметр канала режущего кислорода 4 мм



тельно, увеличивает его безопасность. Качество перемешивания горючей смеси также увеличивается.

4. Для безопасной работы резака важно, чтобы во внутренних полостях головки и мундштуков не было застойных зон, то есть суммарная площадь поперечного сечения газовых каналов по направлению к выходу из мундштука в любой плоскости только уменьшалась. Исходя из этих соображений экспериментальным путем была получена формула, которая справедлива для рассматриваемой конструкции резаков

$$F_{\Gamma}/F_{\text{М}} = F_{\text{М}}/F_{\text{ШЛ}} = F_{\text{ШЛ}}/F_{\text{ВЫХ}} = (1,4...1,6),$$

где F_{Γ} – площадь поперечного сечения канала для газовой смеси на входе в головку; $F_{\text{М}}$ – суммарная площадь поперечного сечения каналов для газовой смеси на входе в мундштук; $F_{\text{ШЛ}}$ – суммарная площадь поперечного сечения шлицевых каналов в мундштуке; $F_{\text{ВЫХ}}$ – суммарная площадь поперечного сечения выходных каналов мундштука.

Площади поперечного сечения канала смесительной камеры $F_{\text{СК}}$ и выходных каналов мундштука связаны между собой в рассматриваемых резаках следующей зависимостью, полученной также эмпирическим путем

$$F_{\text{СК}} = (1,45...1,65) F_{\text{ВЫХ}}$$

Испытания ручных резаков ТОРН-Р проводили в копровом цехе НКМЗ при резке крупногабаритного металлолома и в ФЛЦ-1 НКМЗ при отрезке прибылей литья. Испытания машинных резаков ТОРН-М проводили в цехах металлических конструкций НКМЗ. Давление кислорода в цеховых сетях колебалось от 0,8 до 1,0 МПа. Давление природного газа – от 0,065 до 0,09 МПа. Чистота кислорода – 99,2% (рис. 4–8).

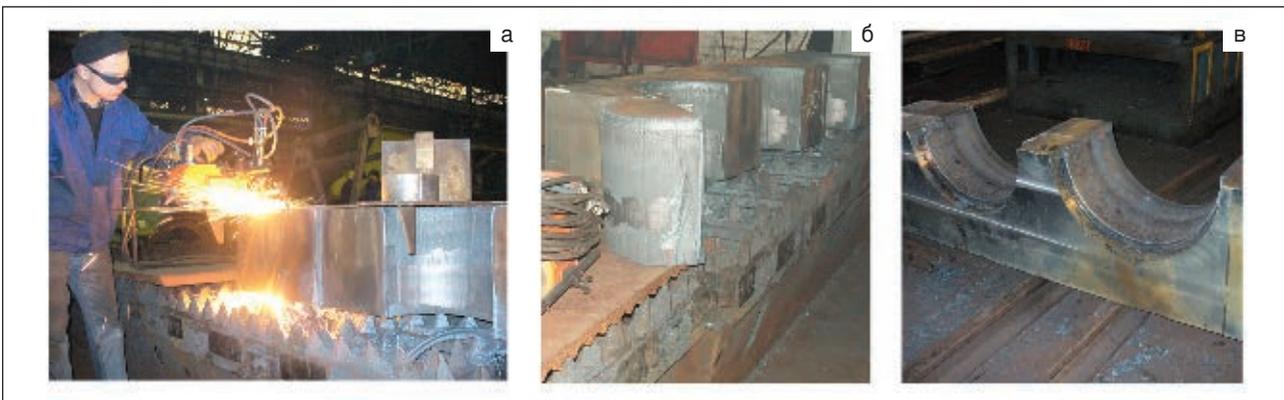


Рис. 7. Вырезка отверстий резакон ТОРН-М (а) на заготовках корпуса подшипника из стали 40Х. Поверхность реза заготовки 320 мм, мундштук №1, диаметр режущего канала 3 мм (б). Поверхность реза заготовки 380 мм, мундштук №2, диаметр режущего канала 3,5 мм (в)

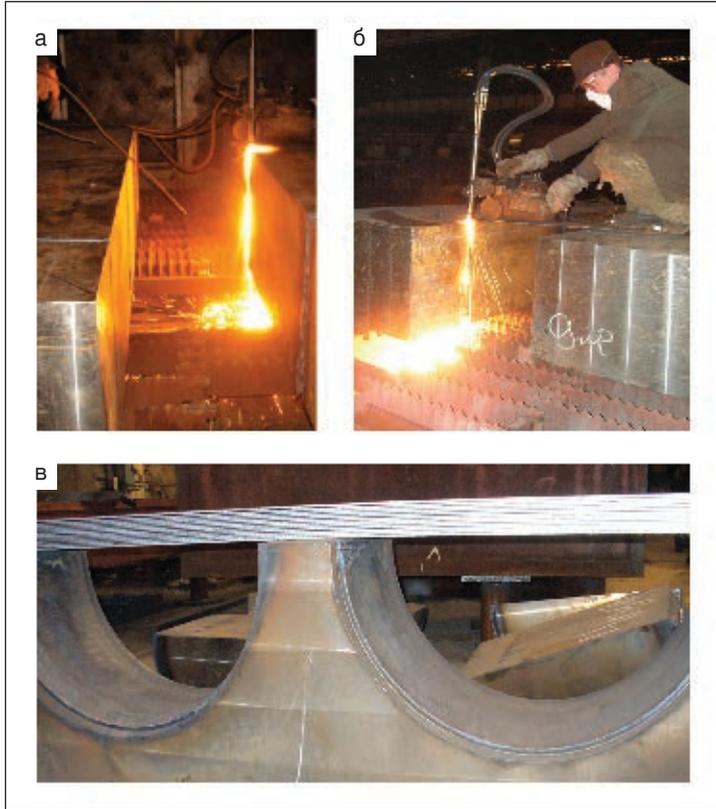


Рис. 8. Вырезка отверстий диаметром 800 мм резакom TORH-M на заготовках корпуса подшипника толщиной 450 мм, сталь 40X: а — врезание; б — окончание резки; в — поверхность реза. Мундштук №4, диаметр режущего канала 4,5 мм

Ручной резак TORH-P и машинный TORH-M имеют взаимозаменяемые моноблочные мундштуки. Симметричность каналов гарантирует завод-изготовитель. Для перехода от одного диапазона толщин разрезаемого металла к другому достаточно выбрать нужный номер мундштука и установить его на резак. Это способствует экономии кислорода и горючего газа, так как обеспечивает оптимальный для данной толщины разрезаемого металла расход газов-энергоносителей.

На графике (рис. 9, а) видно, что запираение канала смесительной камеры подогревающим кислородом (точка перегиба на кривых) начинается при давлении 130 Па. Диапазон рабочих давлений составляет 50–80 Па, что значительно ниже. Это значит, что резак имеет значительный запас надежности.

Падение разрежения (рис. 9, б) в рабочем диапазоне давлений подогревающего кислорода для разных мундштуков колеблется от 20 до 35%, и резак работает стабильно. При давлении подогревающего кислорода свыше 130 Па падение разрежения увеличивается медленнее, и само разрежение все равно превышает 4–5,5 Па при давлении подогревающего кислорода 150 Па. Это говорит о том, что горючую смесь в мундштуке можно разогнать до значительных скоростей.

По сравнению с наиболее известным ручным резакom PЗР-2 массой 5,5 кг, работать с которым можно только в нижнем положении, ручной резак TORH-P весит не более 1,5 кг, то есть он в 3,6 раза легче и работать с ним можно в

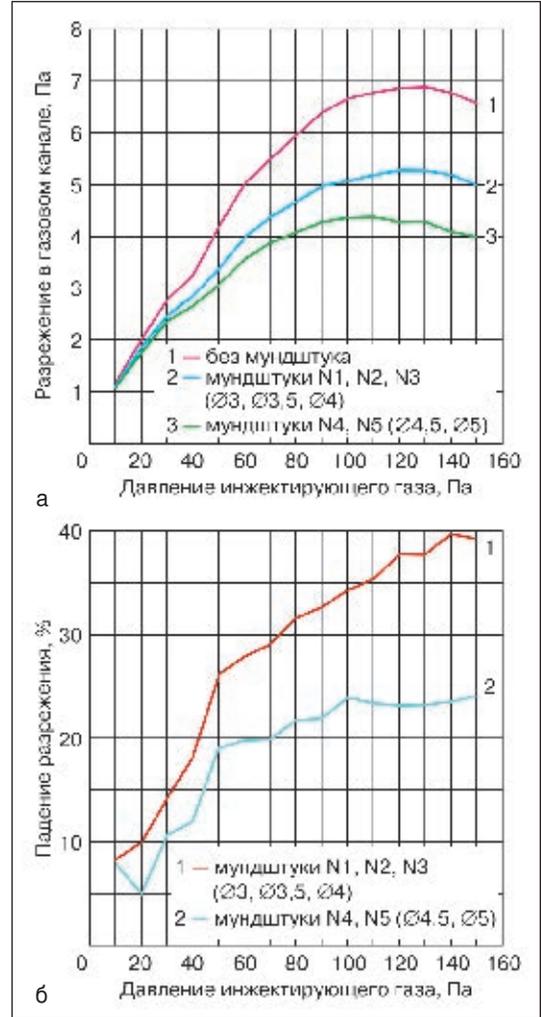


Рис. 9. Зависимость разрежения в резаке (а) и падения разрежения (б) от давления подогревающего кислорода

Техническая характеристика резаков TORH-P и TORH-M					
Толщина металла, мм	До 300	300–400	400–500	450–550	550–650
№ мундштука	1	2	3	4	5
Диаметр режущего канала, мм	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Давление на входе в резак, МПа:					
кислорода	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
горючего газа	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07
Расход, м³/ч:					
кислорода	35	45	55	70	85
природного газа	2,9	3,8	6,1	7,7	9,3
пропан-бутана	2,0	2,7	4,2	5,4	6,5
Масса резака, кг	Не более 1,1				

любом пространственном положении. Резак TORH-P по сравнению с резакom PЗР-2 расходует на 30% меньше кислорода и на 20% меньше горючего газа. ● #655

Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой

А.В. Мезенцев, ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» (Новокузнецк), **А.А. Бердников**, ООО «Урал-Техно-Плазма НТ», **Д.В. Безносков**, НТИ(ф) УрФУ (Нижний Тагил)

Актуальность экономии крупнотоннажных дорогостоящих валков горячей прокатки, минимизации затрат на их приобретение не вызывает никаких сомнений. С целью повышения эксплуатационных характеристик валков, в первую очередь, их стойкости, а также снижения удельного расхода, который определяет общий расход валков для выполнения годовой программы проката, применяют различные методы поверхностного упрочнения. Наиболее оптимальной с точки зрения простоты процесса, затрат на его осуществление и производительности является плазменная закалка дугой прямого действия. Для калибров сложной конфигурации этот метод упрочнения является практически безальтернативным. Глубина упрочненной зоны соизмерима с величиной допустимого износа рабочих калибров, высокая твердость повышает их износостойкость и продлевает ресурс комплектов валков в целом.

наиболее изнашиваемые участки калибров 2 и 4 верхнего вала, калибров 1 и 3 нижнего вала и всех калибров первого среднего вала. Прокатку рельсов со вторым средним валом производили неупрочненными калибрами. Были закалены также комплекты валков чистовой клетки для прокатки швеллеров 24У и 40У. Упрочнению подвергли выпуски калибров. Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2.

Как видно из таблиц, несмотря на больший съем при переточке валков для прокатки Р65 и швеллера 40У, наработка (стойкость на 1 мм съёма) существенно увеличилась — на 83,8 и 31,3% соответственно.

Таким образом, поверхностная плазменная закалка чугунных валков черновой клетки для прокатки рельсов Р65 и чистовой клетки для прокатки швеллеров 24У и 40У подтвердила высокую эффективность упрочнения.

В настоящее время специалисты УИПВ РБЦ, прошедшие обучение, самостоятельно производят закалку валков на освоенном технологическом комплексе. В феврале 2012 г. произведена плазменная закалка восьми комплектов валков станов площадки 1 строительного проката с целью опреде-

В 2011 г. на участке изготовления прокатных валков рельсобалочного цеха ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» был запущен в работу технологический комплекс упрочнения валков. На нем специалисты ООО «Урал-Техно-Плазма НТ» провели плазменную закалку опытного комплекта чугунных валков черновой клетки для прокатки рельсов Р65. Упрочнению подвергли

Таблица 1. Характеристика испытанных на стойкость валков

Профиль проката	Прокатка, т, валками (между ремонтами)		Съем при переточке, мм		Нарботка, т/мм	
	без закалки	с закалкой	без закалки	с закалкой	без закалки	с закалкой
Рельсы Р65	3006*	6840*	10,5	13,0	286,3	526,2
Швеллер 24У	788	975	30,0	30,0	26,3	32,5а
Швеллер 40У	1521	2330	30,0	35,0	50,7	66,6

* Прокат одной стороной, на три вала.

Таблица 2. Результаты испытаний чугунных валков, подвергнутых плазменной закалке

Профиль проката	Клеть	Стан	Материал валков	Повышение стойкости, %	Повышение наработки, %	Снижение удельного расхода, %
Рельсы Р65	Черновая	800	СШХН-45	127,5	83,8	30,1
Швеллер 24У	Чистовая	850	СШХНМ-50	23,7	23,7	19,2
Швеллер 40У	Чистовая	850	СШХНМ-50	53,2	31,3	34,7

Таблица 3. Результаты испытаний комплектов упрочненных валков

Стан	Комплект	Профиль	Прокатано, т	Норматив, т	Изменение стойкости, %
НЗС	C-38	Квадрат 100–150 пл.150×200	209064	170000	+23
	6-6	Квадрат 100	214800	180000	+19
	D-78	Квадрат 100	321265	325000	-1
	8-43	Квадрат 100	309200	150000	+106
250-1	13-5 сл12	Ф, №12	3539	2500	+42
	14-5 сл12	Ф, №12	3838	2500	+54
	16-6 сл12	Ф, №12	3642	2500	+46
	10-66 Ф10	Ф, №10	11071	10700	+3

ления возможности расширения номенклатуры упрочняемых валков и оценки эффективности закалки. Для непрерывно-заготовочного стана (НЗС) закалены валки шестой клетки черновой группы; первой, второй и восьмой клетей чистовой группы, все валки из чугуна СШХН-47. Для мелкосортного стана 250-1 СПЦ закалены валки предчистовых клетей чистовой группы и клетки 10 промежуточной группы, все валки из чугуна СПХН-60. Результаты производственных испытаний опытных комплектов упрочненных валков приведены в табл. 3.

Предварительная оценка эксплуатационных характеристик валков проведена только по стойкостному показателю в сравнении с утвержденным нормативом (регламентом) проката, без учета величины съема при переточке (ремонте) валков, определения наработки и расчета удельного расхода.

Повышение стойкости комплектов валков, упрочненных плазменной закалкой, составило 3–106%. Стойкость ниже норматива показал комплект валков НЗС клетки Д (вторая клеть чистовой группы) – минус 1%; незначителен эффект упрочнения комплекта валков стана 250-1 – всего 3%. По всей видимости, оба этих результата требуют уточнения схемы упрочнения с указанием мест и величины максимального износа, а также корректировки параметров режима закалки дифференцированно для каждого упрочняемого участка.

Таким образом, плазменная закалка повысила стойкость валков чистовых клетей НЗС на 19–106% (в 1,2–2 раза) и валков предчистовых клетей СПЦ при прокатке арматурных профилей №12 с использованием слиттинг-процесса на 42–54% (в 1,4–1,5 раза). ● #656

15-я Международная научно-практическая конференция
**«Технологии упрочнения,
 нанесения покрытий и ремонта:
 теория и практика»**
 16–19 апреля 2013 г. (Санкт-Петербург)

Организаторы конференции:

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, НПФ «Плазмацентр»

Тематика конференции:

- конструкционные, технологические и эксплуатационные методы повышения долговечности и надежности изделий;
- технологии наплавки, напыления, осаждения, сварки;
- технологии ремонта;
- диагностика, дефектация, мойка, очистка, восстановление размеров, обработка покрытий, окраска, консервация.

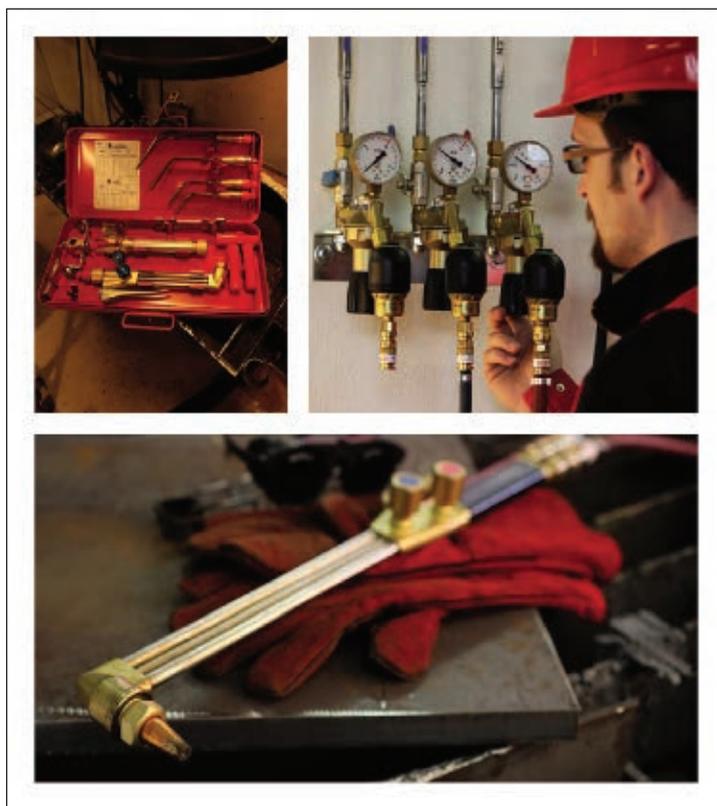
Контакты:

195112, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д.68. Б/ц «Буревестник», офис 103
 Тел.: +7(812)4449337, +7 921 9734674
 Факс: +7(812)4449336
 e-mail: info@plasmacentre.ru
 www.technoconf.ru

Газовое оборудование GCE — качество, проверенное временем

А.С. Пьянков, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Представляем Вашему вниманию продукцию и технические решения фирмы GCE Group — одного из мировых лидеров в области производства оборудования для газовой сварки и резки.



Группа компаний GCE является мировым лидером в разработке и производстве газорегулирующего и газопламенного оборудования.

В настоящее время ассортимент продукции компании включает большое количество наименований изделий: от простейших регуляторов давления, сварочных и режущих горелок, до сложнейших систем подачи газов для использования в здравоохранении и электронной промышленности.

Продукция, производством которой занимается GCE Group, впервые появилась на рынке в начале XX века, когда были изобретены кислородно-ацетиленовая сварка и резка. Группа компаний GCE Group была образована в 1987 г. в результате слияния двух ведущих компаний-производителей газового оборудования. На протяжении многих лет инновационные решения, найденные в результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок GCE Group, становились отраслевыми стандартами.

Четыре направления деятельности GCE Group:

- газосварочное оборудование;
- газовое оборудование общего назначения;
- газовое оборудование для медицинских целей;
- оборудование для использования сверхчистых газов.

Штаб-квартира компании находится в г. Мальме, Швеция. Основные производственные мощности расположены в г. Хотеборж (Чешская Республика). Компания имеет 15 дочерних предприятий во всем мире, в штате которых трудятся более 850 человек.

Широкий ассортимент оборудования для газовой сварки и резки. Подразделение резки и сварки (Cutting and Welding) — самое большое подразделение GCE Group и представляет основополагающее направление деятельности компании.

GCE Group является мировым лидером по производству редукторов для газовой сварки и резки.

Ассортимент продукции включает изделия различного назначения, которые были разработаны в соответствии с требованиями основных европейских стандартов, таких как DIN, AFNOR, BSI и Nordic.

Линейка оборудования для газопламенной обработки представлена горелками для нагрева, резки, пайки и очистки пламенем, разработанными в соответствии с требованиями конкретных европейских рынков.

GCE является пионером в сфере производства предохранительного оборудования. В настоящее время компания производит широкий ассортимент предохранительных затворов и запорных клапанов.

GCE Group — крупнейший оптовый поставщик газовых шлангов в Европе. Кроме того, компания постоянно расширяет ассортимент вспомогательного оборудования. Ассортимент продукции GCE для резки и сварки дополняют режущие мундштуки, например мундштуки Coolex с длительным сроком службы.

Передовые инженерные решения в области газокислородной резки. Благодаря богатому опыту в сфере разработки и производства машинных резаков и режущих мундштуков GCE Group является мировым лидером в области технологии газокислородной резки.

Инженерные решения компании базируются на обширных знаниях и богатом опыте в области газокислородной резки, знании новых видов станков, систем управления и потребностей международного машиностроительного рынка.

Полное соответствие стандартам и нормам. Наряду с сертификацией на соответствие стандартам качества ISO 9000 оборудование GCE проходит проверку и сертификацию по стандартам CEN, DIN, SIS и т. д.

Вся продукция, предназначенная для использования в медицине, имеет знак соответствия европейским стандартам (CE). Кроме того, некоторые виды продукции GCE также имеют сертификат на соответствие стандарту ISO 14000 по экологическому менеджменту.

Оптимальное соотношение цена — качество. Благодаря отлаженной системе менеджмента и согласованной работе всех подразделений GCE Group удастся достичь высокого качества при невысокой стоимости оборудования.



ООО «ДельтаСвар» — официальный дилер компании GCE Group в России. Квалифицированные специалисты компании «ДельтаСвар» помогут Вам подобрать безопасную и надежную продукцию GCE, произведенную в соответствии с самыми высокими требованиями современных стандартов!

● #657

Публикуется на правах рекламы.



ООО «ДельтаСвар»

620017, г. Екатеринбург, ул. Фронтových бригад, 18/2, офис 315
 тел.: +7 (343) 384-71-72, +7 (343) 389-09-51
 E-mail: info@deltasvar.ru. www.DeltaSVAR.ru

Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки

В.В. Ишуткин, Инженерная фирма «ИНТО» (Запорожье)

Гибкие производственные системы (ГПС) — новый, более высокий этап автоматизации, при котором достигается всесторонняя автоматизация производства, объединяющая в единый комплекс средства технологического оснащения и автоматизированные системы управления технологическими процессами. Применение ГПС, помимо решения общих задач автоматизации (снижение издержек производства, повышение производительности, улучшение качества продукции), позволяет снижать затраты и сокращать время подготовки производства, оптимизировать инвестиции путем создания долговременных и эффективных технологических систем в сварочном производстве. ГПС (ГОСТ 26228-84) — это совокупность или отдельная единица технологического оборудования и системы обеспечения его функционирования в автоматическом режиме, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах их характеристик.

Сегодня под гибкостью понимается приспособляемость системы к различным изменениям, связанным с производственной программой. Система считается гибкой, переналаживаемой без существенных затрат, если при изменении производственной программы не меняется число и вид ее элементов, а также вид их связей.

Основу ГПС дуговой сварки составляют автоматические системы роботизированной дуговой сварки (RAW), способные длительное время работать без участия оператора. Работа системы в автоматическом режиме позволяет существенно увеличить производительность и снизить затраты на содержание персонала. По сравнению с традиционными автоматизированными РТК,

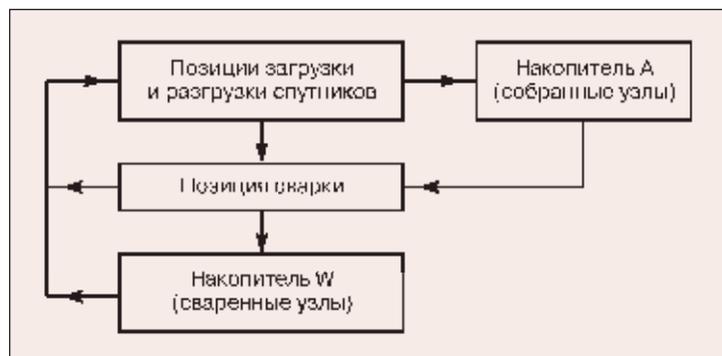
работающими в «режиме оператора», автоматические системы способны функционировать в течение смены в среднем на 60 мин больше. Применение технологий без присутствия людей во вторую и третью смены позволяет значительно снизить затраты на оплату труда и не требует больших энергетических и бытовых расходов. Атрибутом автоматических систем RAW являются специальные транспортно-накопительные системы. В отличие от работы со штучной заготовкой (деталью) при механической обработке или штамповке, объектом накопления при сварке могут быть:

- входящие детали, ориентировано установленные в кассету (кассеты) для последующей автоматической сборки и сварки;
- отдельно собранный и прихваченный узел, ориентировано установленный на шаговом конвейере или в кассету для последующей автоматической установки и доварки в спутнике;
- спутник с собранным для сварки узлом.

Изготовление сварных конструкций в ГПС осуществляют по алгоритму, показанному на *рис. 1*.

Впервые гибкую производственную систему дуговой сварки представила фирма ESAB (Швеция) около тридцати лет назад. Ее суть сводилась к увеличению степени использования сварочных роботов в течение рабочего дня за счет применения автоматических систем RAW и «стандартных поддонов» (спутников) в качестве средств межпозиционного трансфера свариваемых изделий. Одна из таких ГПС показана на *рис. 2*. Система в автоматическом цикле на четырех позициях осуществляет сварку различных изделий, расположенных на спутниках. Основу системы составляет портал 5 длиной 13 м, на двух каретках которого консольно подвешены сварочные роботы 8. Позиции загрузки 6 и разгрузки 2 выполнены в виде реверсивных накопительных рольгангов. Спутник 7 для сварки подается с рольганга 6 секцией цепного конвейера 3 на опускающую секцию (рольганг) позиции сварки и

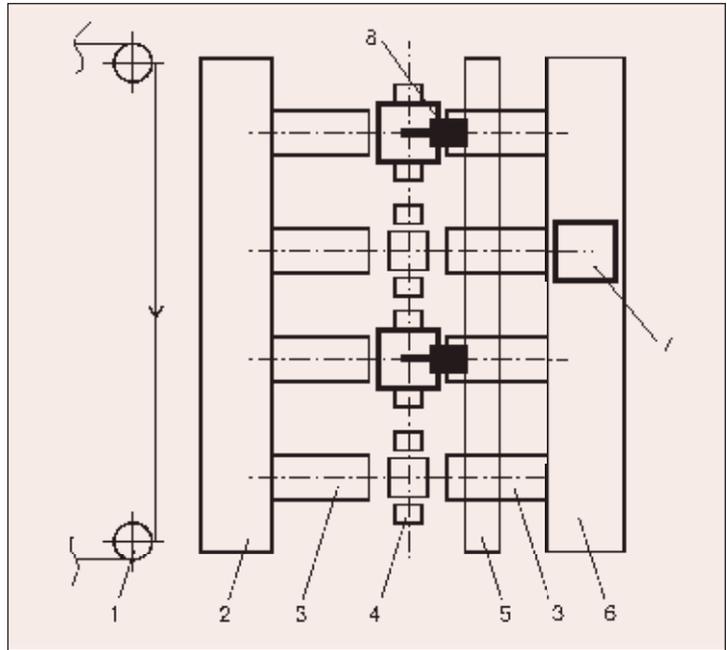
Рис. 1. Алгоритм изготовления сварных конструкций в ГПС



фиксируется во вращателе 4. Спутник идентифицируется, и робот выполняет соответствующую сварочную программу. После сварки секцией цепного конвейера спутник перемещается на рольганг 2. Сваренные изделия навешиваются на конвейер окраски 1, минуя промежуточные склады. После разгрузки с позиции 2 пустые спутники возвращаются на позиции загрузки 6 через не занятые роботами позиции сварки. К недостаткам таких конвейерных ГПС относятся:

- сложность конструкции и высокая материалоемкость;
- большая производственная площадь, занимаемая системой;
- повышенный износ опорных поверхностей спутников;
- низкая способность к тиражированию.

Создание универсальных ГПС для дуговой сварки произвольной номенклатуры узлов сегодня невозможно. Однако из всего многообразия сварных конструкций можно выделить большую группу мелких и средних узлов массой до 20 кг, являющихся отдельными изделиями или элементами более крупных изделий, для которых создание типовых ГПС не только возможно, но и целесообразно. Наиболее перспективной конфигурацией таких систем представляются ГПС, формируемые по модульному принципу на базе бесконвейерных транспортных систем (табл. 1), или модульные гибкие производственные системы (МГПС). Они



формируются путем агрегатирования различных видов систем сварки и транспортно-накопительных систем (рис. 3, 4).

Элементарными технологическими форматами МГПС являются гибкие технологические модули (ГТМ) или станции (ГТС) – системы соответственно с одной или двумя позициями сварки. Многопозиционные системы формируют в виде гибких технологических линий (ГТЛ) на базе многопозиционных поворотных столов. Несколько ГТМ, ГТС или ГТЛ в любой комбинации образу-

Рис. 2. Схема расположения оборудования ГПС дуговой сварки фирмы ESAB

Таблица 1. Компоненты МГПС и их условные обозначения

Назначение	Наименование и обозначение		
Носитель изделий	Спутник с приспособлением. Приспособление		Спутник с кассетой
Загрузка-разгрузка изделий	Робот-манипулятор	Оператор	Сварщик
Транспортно-накопительные системы	Система Robocar	Челнок	Поворотный стол
Системы сварки	Модуль	Станция	Линия

Рис. 3. Технологические схемы МГПС с накоплением приспособлений: а — ГТМ; б — ГТЛ

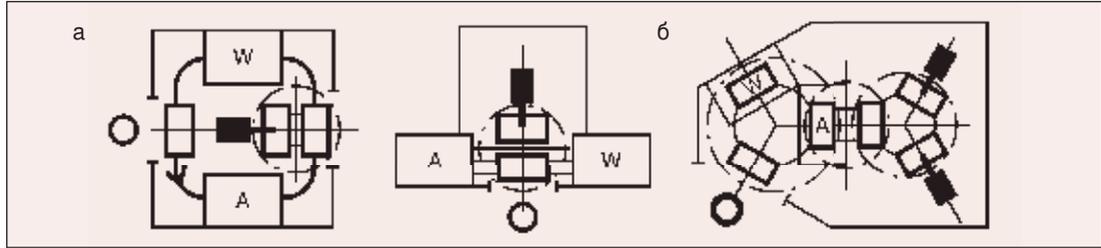
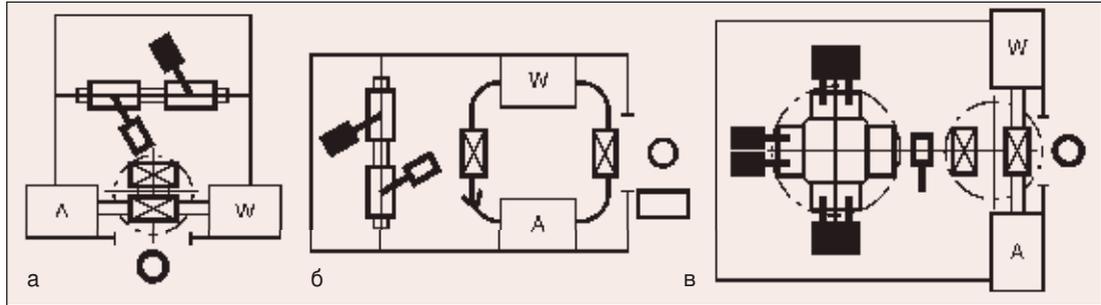


Рис. 4. Технологические схемы МГПС с накоплением кассет: а, б — ГТС; в — ГТЛ



ют гибкий технологический комплекс (ГТК). В качестве транспортных и загрузочных устройств в МГПС используют системы Robosag, напольные челночные каретки, перемещающиеся по жестким направляющим, или поворотные столы, а в качестве трансферных устройств — поворотные столы с вращателями для позиционирования спутников. Накопительные системы — вертикальные реверсивные однокамерные накопители. Роботкары, челночные каретки и стационарные позиции загрузки-разгрузки спутников оснащены вертикальными подъемниками и расположены под рабочими поверхностями транспортных, трансферных и накопительных систем. Сборку и сьем изделий массой до 20 кг может вручную выполнять оператор или автоматически робот. В качестве носителя изделий используют однотипный спутник с размерами в плане 1400×700 мм, «вписываемый» в рабочую зону сварочного робота и обеспечивающий свободный доступ оператора для сборки. Спутник выполнен в виде прямоугольной рамы, на которой расположены конструктивные элементы для фиксации и поворота, а также платики с контрольными и монтажными отверстиями для крепления элементов приспособлений или кассет. При этом возможны компоновки спутников с односторонним расположением (спутники типа «бутерброд») или двусторонним расположением приспособлений (спутники типа «сэндвич»). Для сварки мелких узлов используют многоместные спутники.

В МГПС можно изготавливать один или несколько различных узлов. В последнем случае позиции сварки и сборки комплек-

туют системой идентификации спутников. Увеличения производительности сварочных позиций достигают путем использования одновременно двух сварочных роботов на позиции сварки. Замену спутников при изменении производственной программы или для ремонта осуществляют на позициях загрузки-выгрузки изделий с помощью цеховых ПТМ.

Пропускная способность МГПС

$$C = ts R,$$

где ts — время функционирования системы в течение смены, мин; R — количество роботов в системе, шт. В свою очередь

$$ts = Ts / k,$$

где Ts — общая продолжительность смены, мин, для RAW $Ts = 510$ мин; k — коэффициент, учитывающий время обслуживания системы, $k = 1,05...1,15$.

Расчетный такт выпуска системы

$$t^* = ts / Ns,$$

где Ns — программа выпуска изделия основного производства, шт./смену.

Такт и программа выпуска i -го узла

$$ti^* = ts / Ni, \quad Ni = Ns ai,$$

где ai — применяемость i -го узла в изделии основного производства.

Объем сварки i -го узла

$$Wi = Ni ti^*.$$

Условие возможности изготовления i узлов в системе

$$\sum Wi < C.$$

Производственная и экономическая эффективность ГПС дуговой сварки зависит от времени функционирования системы в автоматическом режиме At в течение рабочего дня. При сварке одного узла

$$At = s p t^*,$$

где s — количество зарезервированных спутников в накопителе «А»; p — количество узлов в спутнике.

При этом возможны следующие режимы работы системы: *режим 1* — работа системы с оператором (сварщиком) в первую смену ($t_s = 460$ мин) с минимальным $At = 30...40$ мин для покрытия времени отсутствия рабочего (обед, перерывы на отдых и др.); *режим 2* — то же с накоплением (сохранением) спутников для работы во второй смене; *режим 3* — работа системы без оператора (сварщика) в автоматическом режиме во вторую смену в течение 460 мин. Возможность применения вышеупомянутых режимов определяется в основном вместимостью накопителей и годовой программой выпуска изделия Ny (тыс. шт./год).

Анализируя графики функции $At = f(Ny)$ при $s=10$, показанные на рис. 5, можно сделать следующие выводы. Для систем с накоплением приспособлений ($p = 1$) применение режима 1 возможно при $Ny < 50\ 000$ шт./год, а работа в режиме 3 весьма ограничена, при этом следует иметь в виду, что использование многоместных приспособлений существенно расширяет границы применения обоих режимов работы системы. Для систем с накоплением кассет ($p = 10; 20$) работа в режиме 1 практически не ограничена, а работа в режиме 3 возможна при $50\ 000 < Ny < 100\ 000$ шт./год.

Работа системы в режиме 2 возможна при сварке узлов с коэффициентом объема сварки $Kw > 0,66$ (Kw определяется как

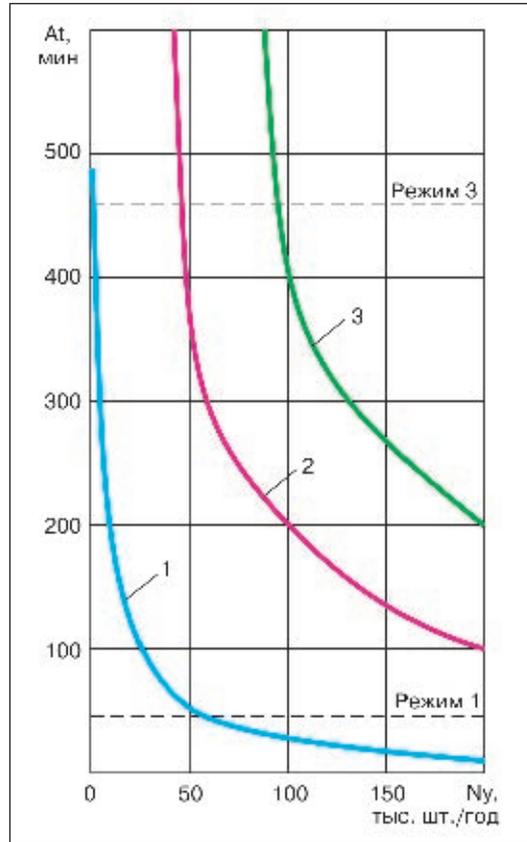


Рис. 5. График функции $At=f(Ny)$ при $s=10$: 1 — $p=1$; 2 — $p=10$; 3 — $p=20$

выраженная в долях единицы величина отношения времени сварки к оперативному времени изготовления изделия).

В сварочных цехах МГПС могут заменять как отдельные посты сварки MIG-MAG, так и целые участки. В последнем случае целесообразно применение ГТК с транспортной системой Robocar (рис. 6), обеспечивающей высокую гибкость системы. Напольные безрельсовые транспортные роботы или роботкары обеспечивают оптимальное распределение грузопотоков благодаря простоте трасс и возможности изменения маршрутных схем при перестройке производства или увеличении выпуска про-

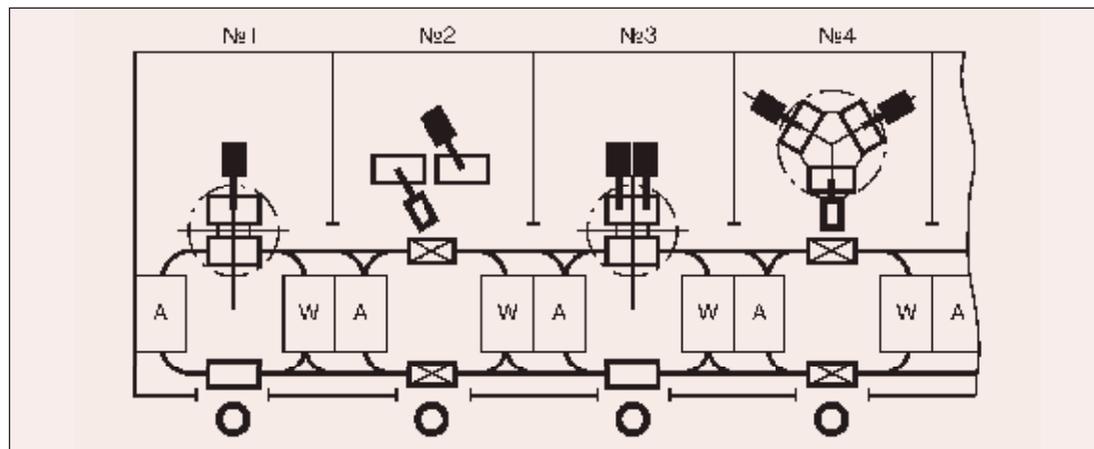
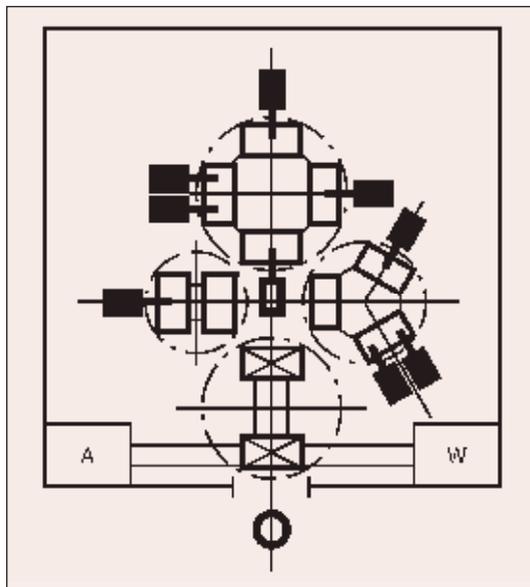


Рис. 6. Технологическая схема ГТК с системой Robocar

Рис. 7.
Технологическая схема роторного ГТК



дукции; простоту взаимодействия с технологическим оборудованием на позициях обработки; устранение загромождения производственных площадей стационарными транспортными устройствами. ГТК формируют из блоков одного типоразмера (рис. 6, №1–4). Комплекс имеет общую транспортно-накопительную систему с программированием перемещений роботкаров посредством общей системы управления. В качестве носителей изделий могут быть использованы и приспособления, и кассеты. Сварочные позиции блоков взаимозаменяемы с применением любых технологических форматов (ГТМ, ГТС, ГТЛ). Кроме того, ГТК может работать как поточная линия с использованием всех или части блоков комплекса в виде позиций линии. При этом накопительная способность такой линии возрастает в число раз, соответствующее количеству используемых в линии блоков. Таким образом, ГТК обладает наибольшей гибкостью по всем компонентам МГПС.

В отдельных случаях возможно также применение роторных ГТК (рис. 7) с накоплением кассет, работающих как линии с межпозиционной переустановкой изделий. Такие системы обладают большими технологическими возможностями, но меньшей гибкостью по сравнению с ГТК на базе систем Robosar.

В системах с накоплением приспособлений, помимо ограничений по программе выпуска и повышенного износа фиксирующих элементов спутников, имеет место большой разброс геометрических параметров изделий в связи с большим числом сварочных приспособлений (спутников) в системе. С

технологической точки зрения предпочтительной является схема обработки с накоплением кассет с прихваченными узлами. Такой способ имеет ряд преимуществ:

- есть возможность накопления большего числа изделий;
- отсутствует необходимость установки (замены) с периодичностью такта выпуска спутников в системе трансфера и позиционирования;
- значительно упрощается конструкция приспособлений спутников для доварки;
- стабильные геометрические параметры изделий позволяют корректировать программы робота при возможных отклонениях линии сварного шва;
- при доварке можно использовать не конструкторские, а технологические базы, метод перемены баз на разных позициях сварки (в роторных ГТК);
- можно выполнять досборку узла в автоматическом режиме;
- мелкие детали и детали, устанавливаемые «по месту» в изделии, можно приваривать при прихватке узла.

Сборку и прихватку узла можно производить: на дополнительной позиции МГПС (см. рис. 4, б), при этом сварщик выполняет также загрузку-разгрузку кассет в системе; на другом участке цеха с транспортированием прихваченных узлов в таре, кассетах или с помощью накопительного подвешного конвейера к МГПС, где загрузку-разгрузку выполняет оператор (см. рис. 4, а, в).

Однако такой способ возможен при наличии в конструкции узла простых и надежных вспомогательных баз, позволяющих не только установить наибольшее число узлов в кассету, но и обеспечить точную автоматическую установку узла в приспособление спутника.

Опыт создания и эксплуатации ГПС свидетельствует, что они не могут быть системным решением в любом случае, но у ГПС существует ряд преимуществ, которыми можно воспользоваться с учетом конкретных экономических потребностей и технических возможностей любого предприятия независимо от его размера. Применение МГПС при разработке новых и реконструкции действующих производств позволит отечественным предприятиям выйти на высокий технический уровень организации сварочного производства, значительно увеличить производительность, улучшить качество и повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции. ● #658

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАРКИ НОРД-С®

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА,
ПРОВЕРЕННАЯ ВРЕМЕНЕМ!
КАЧЕСТВО ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ!



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

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

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

ООО НПП
РМ
РЕММАШ

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

Разработка и
изготовление
оборудования

для механизированной дуговой наплавки

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



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

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



Автоматическая установка для дуговой МИГ-сварки продольного шва рельсовой части сварной крестовины

Новосибирским стрелочным заводом перед специалистами предприятия «НАВКО-ТЕХ» была поставлена задача по автоматизации сварки рельсовой части крестовины (сердечника) железнодорожного стрелочного перевода.

Соединение — стыковое с двумя симметричными скосами двух кромок (рис. 1).

Сварка — многопроходная, выполняется с двух сторон (со стороны головки и подошвы рельса) с предварительным и, при необходимости, сопутствующим подогревом (рис. 2).

Главным требованием к процессу сварки является строгое соблюдение заданных режимов сварки и последовательности выполнения отдельных проходов (раскладка валиков) в сочетании с кантовкой изделия под сварку каждого шва (или группы швов) попеременно с двух сторон. При этом кор-

невые и облицовочные швы необходимо выполнять на изделии, находящемся в горизонтальном положении, а заполняющие — в положении с наклоном изделия на угол до $\pm 30^\circ$ (в зависимости от номера прохода) для сварки «в лодочку».

Соблюдать такие требования при использовании обычных средств механизации — сварочного трактора или подвесной головки — весьма затруднительно, а качество такого ответственного узла стрелочного перевода будет всецело зависеть от квалификации сварщика.

Предприятием «НАВКО-ТЕХ» разработана, изготовлена и введена в эксплуатацию на НСЗ автоматическая установка АС364, позволившая достичь стабильно высокого качества сварки этого изделия, повысить производительность и существенно облегчить труд сварщика.

Установка (рис. 3) имеет двухопорное крепление зажатого в приспособлении изделия на вращателе (приводной стойке) и холостой бабке (неприводной стойке). Вращатель и холостая бабка установлены на платформе неподвижно. Вращатель — программно управляемый с сервоприводом, который позволяет не только кантовать изделие в два положения для поочередной сварки швов головки и подошвы, но и наклонять его относительно горизонтального положения на любой требуемый для достижения наилучшего формирования сварного шва угол.

Максимальные габаритные размеры свариваемого изделия (вместе со сборочным приспособлением) — 3500×700 мм, максимальная масса — 1000 кг, длина сварного шва — до 1500 мм.

Горелка крепится на механизмах линейного перемещения в двух горизонтальных (X — вдоль сварного шва и Y — поперек шва) и вертикальном (Z) направлениях.

Все приводы перемещения горелки и вращения изделия — электрические сервоприводы, это позволяет точно ориентировать взаимное положение изделия и горелки и перемещать их в большом диапазоне скоростей.

Рис. 1. Схематичное изображение подготовленного к сварке соединения рельсовой части крестовины



Рис. 2. Внешний вид сварного шва со стороны головки рельса



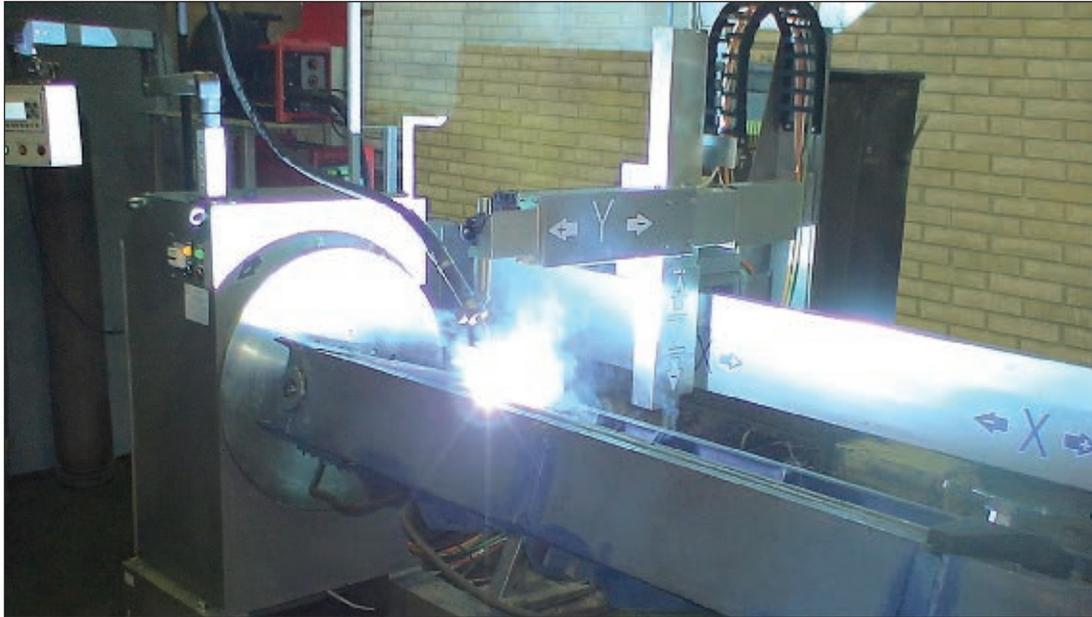


Рис. 3.
Внешний вид
установки
AC364

Способ сварки — импульсно-дуговая плавящимся электродом в смеси газов на основе аргона сплошной проволокой.

Установка оснащена современными средствами программного управления, электроприводами перемещения горелок и вращателя, средствами контроля состояния исполнительных механизмов установки, что позволяет реализовать ряд важных особенностей установки, а именно:

- управление всеми механизмами установки от компактного переносного пульта;
- контурное управление перемещением горелки по линейной траектории с заданием требуемых линейной скорости инструмента, схемы раскладки валиков (заполняющие швы) и параметров колебаний горелки (для сварки облицовочного шва) относительно линии корневого шва;
- способ программирования траектории — «от точки к точке», т. е. с перемещением горелки с помощью переносного пульта в начало и конец корневого шва и автоматической записью координат этих точек в память контроллера;
- сварку с колебаниями инструмента и плавным регулированием амплитуды и периода колебаний, продолжительности задержки горелки в крайних точках колебаний;
- одновременное управление тремя сервоприводами перемещения горелки, что позволяет выполнять сварку различно ориентированных в пространстве прямых швов;
- плавное регулирование параметров режима сварки;
- «горячее» (в процессе сварки) редактирование параметров режима непосредственно с пульта управления установкой с последующей их автоматической записью в библиотеку режимов;
- быструю переналадку под сварку сердечников различных размеров;
- запись и хранение в памяти контроллера координат до 32 проходов (по 16 на каждую сторону) и 9 режимов сварки. Координаты корневых проходов записываются в абсолютных значениях, координаты остальных — в относительных;
- организацию любой последовательности выполнения проходов;
- программную раскладку валиков с поворотом изделия в любое требуемое положение;
- возможность работы в двух режимах: механизированном — с обучением точек начала и конца сварки и последующим выполнением программы сварки одного выбранного прохода и в автоматическом — с обучением точек начала и конца сварки корневого шва и указанием последовательности выполнения всех или группы проходов. Сварка проходов может выполняться как непрерывно, так и с паузой после завершения каждого прохода для выполнения визуального контроля сварки и зачистки шва.

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

● #659

Публикуется
на правах
рекламы.

Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением*

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

Защитные среды, выполняя свою основную функцию защиты расплавленного металла от воздуха, оказывают значительное влияние на физические, металлургические и технологические характеристики процесса сварки.

Рассмотрим некоторые известные и предлагаемые автором способы сварки с комбинированием источников нагрева и защитных сред.

Двух- и трехдуговая сварка плавящимися электродами. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом занимает лидирующие позиции среди других сварочных технологий. Наиболее широко применяют однодуговую сварку. Менее распространены двух-, трех-, четырех- и пятидуговая сварка в общую ванну. Последние две технологии в основном используют при производстве труб большого диаметра. Двух- и трехдуговую сварку под флюсом проволокой диаметром 3–5 мм применяют в судостроении и резервуаростроении, трубном производстве, при изготовлении балочных и листовых конструкций различного назначения с протяженными швами.

Двух- и трехдуговую сварку в защитных газах и под флюсом электродной проволокой диаметром 1–2 мм, учитывая технологические возможности способов, целесообразно применять более широко взамен однодуговой сварки проволокой диаметром

3–5 мм, в том числе для решения таких важных задач, как повышение производительности труда (в 2–3 раза), снижение теплового воздействия (в 1,7–2,0 раза), уменьшение остаточных деформаций и обеспечение требуемых служебных характеристик различных металлоконструкций.

Главными недостатками двух- и трехдуговой сварки в защитных газах считается повышение разбрызгивания металла и нарушение стабильности процесса в результате магнитного взаимодействия дуг. В то же время эта и другие проблемы могут быть успешно решены благодаря возможностям, которыми в настоящее время располагает электротехника и сварочная металлургия (рациональное питание дуг, специальные источники тока, системы управления, защитные газовые среды, порошковая проволока и др.).

Одним из направлений дальнейшего совершенствования двухдуговой сварки открытыми дугами может быть использование двухскоростной газовой защиты одной (первой) или обеих дуг (рис. 3).

В первом варианте, приведенном на рис. 3, а, первую по ходу сварки дугу 1, питающуюся постоянным током обратной полярности, дополнительно сжимают потоком защитного газа, подаваемого по соплу 2 со скоростью, значительно превышающей скорость потока основного защитного газа, подаваемого по соплу 3. Основным защитным газом используют для защиты расплавленного металла и второй дуги 4.

Во втором варианте (рис. 3, б) скоростной поток используют и для сжатия второй дуги 4. В этом случае концентрация нагрева больше, чем в предыдущем. Эффективность использования дополнительного скоростного потока газа аргона впервые была исследована А.А. Аловым и В.М. Шмаковым при однодуговой сварке алюминия плавящимся электродом. При этом глубина проплавления и полный тепловой КПД процесса сварки на оптимальных режимах увеличились примерно в два раза. По сути, речь идет о плазменно-дуговой сварке плавящимся электродом, а улучшение энергетиче-

*Продолжение.
Начало
в №6–2012.

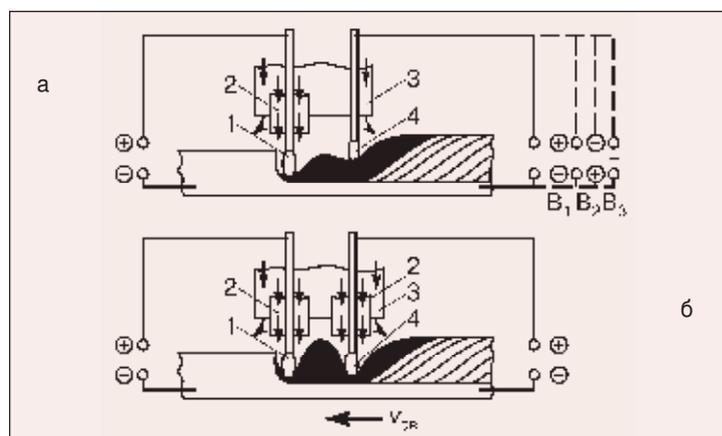


Рис. 3. Схема двухдуговой сварки с двухскоростной газовой защитой одной (а) и двух (б) дуг: 1, 4 — соответственно первая и вторая дуга; 2 — сопло для подачи высокоскоростного потока газа; 3 — сопло для подачи защитного газа с обычной скоростью

ческих характеристик связано с дополнительным сжатием дуги и улучшением теплоотдачи к основному металлу под воздействием скоростного потока газа.

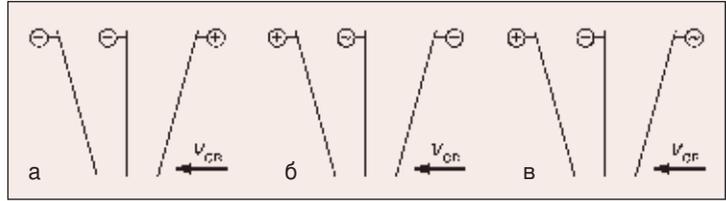
И.М. Коваль и А.И. Акулов показали, что повышение скорости дополнительного потока защитного газа до 40 м/с позволяет увеличить глубину проплавления стали в 1,5–2,0 раза по сравнению с глубиной проплавления при обычном способе сварки электродной проволокой диаметром 1–1,2 мм в CO_2 . При сварке с высокой скоростью истечения дополнительной струи CO_2 образуется узкий шов с коэффициентом проплавления 0,71–0,33, высоким усилением без плавного перехода к основному металлу.

По мнению автора, формирование швов может быть улучшено за счет использования двух дуг, горящих в общую ванну и питающихся от отдельных источников.

В этом случае для дополнительного сжатия дуги (дуг) и защиты зоны сварки могут быть использованы как однородные, так и разнородные газы (смеси газов). Улучшение формирования швов и уменьшение разбрызгивания также возможно за счет разнополярного горения первой и второй дуг (вариант В₂, рис. 3, а), питания второй дуги переменным током (вариант В₃), использования одной или двух порошковых проволок.

Эффект, аналогичный использованию порошковой проволоки, может быть достигнут за счет подачи в зону сварки, в том числе посредством скоростной струи газа, небольшого количества флюса соответствующего состава. Такой процесс может быть использован как при сварке сталей, так и других сплавов, в частности, алюминиевых.

Трехдуговая сварка плавящимися электродами диаметром 1–2 мм в защитных газах в общую ванну пока недостаточно исследована. При трехдуговой сварке большую роль играет схема питания дуг, минимизирующая их магнитное взаимодействие. Три возможных варианта подключения дуг к независимым источникам тока показаны на рис. 4. Согласно варианту, показанному на рис. 4, а, первая и третья по ходу сварки дуги питаются постоянным током обратной полярности, а вторая — постоянным током прямой полярности. Поскольку направление тока, протекающего по первой и третьей дугам, не совпадает с направлением тока, который протекает по второй дуге, они будут отталкиваться от нее, а сварка будет протекать более стабильно, чем при питании всех дуг током обратной полярности.



В варианте подключения дуг, показанном на рис. 4, б, первая дуга питается постоянным током обратной полярности, третья — прямой полярности, а вторая — переменным током. В этом случае первая и третья дуги поочередно, с частотой переменного тока, подтягиваются и отталкиваются от носительной второй дуги.

Вариант питания дуг, показанный на рис. 4, в, может иметь некоторые преимущества при сварке ферромагнитных материалов по сравнению с вариантом на рис. 4, б.

Во всех рассмотренных вариантах повышению стабильности процесса способствуют оптимизация параметров режима сварки, выбор соответствующего защитного газа (смеси газов) и использование в качестве одного, двух или трех электродов порошковой проволоки. В случае, показанном на рис. 4, а, рациональной может быть комбинация, при которой в качестве второго электрода используют неплавящийся вольфрамовый электрод, подключенный к источнику постоянного тока или питающийся модулированным током.

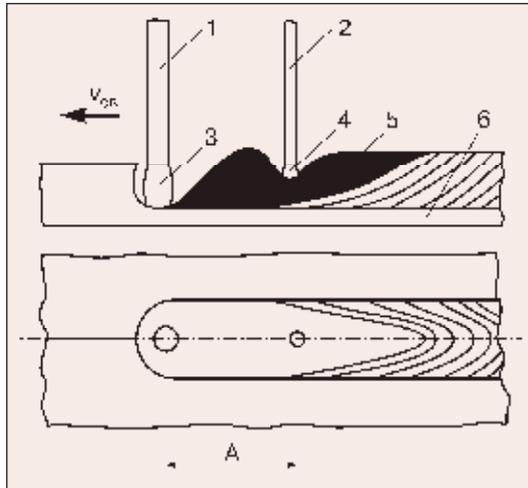
Трехдуговая сварка может обеспечить примерно трехкратное повышение производительности и существенно расширить диапазон регулирования тепловложения при соединении различных материалов.

В практике сварочного производства часто возникает необходимость более тонкого регулирования тепловложения и локального перераспределения теплоты в границах образующейся сварочной ванны. С этой целью при однодуговой сварке в защитных газах и под флюсом используют питание дуги модулированным током или колебания конца электрода по различным траекториям.

При двух- и многодуговой сварке появляются дополнительные возможности реализации эффекта модуляции тока и колебания электрода. В качестве такого примера можно привести способ сварки, показанный на рис. 5, где предложено использовать две дуги, которые существенно отличаются мощностью, а именно — мощность второй по ходу сварки дуги значительно ниже мощности первой. При этом базовые характеристики процесса (тепловложение, про-

Рис. 4. Схема подключения электродов при трехдуговой сварке в защитных газах на постоянном токе (а) и переменном (б, в) токах

Рис. 5. Схема сварки двумя дугами асимметричной мощности: 1, 2 — соответственно первый и второй электроды; 3 — первая дуга; 4 — вторая дуга; 5 — сварочная ванна; 6 — свариваемое изделие; А — расстояние между электродами



изводительность) в основном определяются мощностью первой дуги, а вторая, относительно маломощная дуга, служит для более тонкого регулирования термических, гидродинамических и металлургических процессов в сварочной ванне. Такое влияние второй дуги усиливается за счет использования механических колебаний второго электрода (рис. 6) или модуляции тока, которым питается эта дуга.

Тот или иной вид колебаний и его параметры выбирают в зависимости от того, какой технологический эффект хотят достигнуть (улучшить формирование швов, увеличить скорость сварки, уменьшить содер-

жание вредных газов в сварочной ванне, повысить стойкость против образования трещин, пор, снизить количество неметаллических включений, улучшить механические свойства и служебные характеристики сварных соединений).

Вариант двухдугового процесса с питанием второй дуги модулированным током, когда первая дуга горит стационарно, позволяет, не изменяя базовых параметров режима первой дуги, а значит и основных условий образования шва (в частности, глубины проплавления), активно влиять на его кристаллизацию за счет подачи импульсов тока на вторую дугу, расположенную в хвостовой, более холодной части сварочной ванны. При этом создаются более благоприятные условия и расширяются возможности для регулирования процесса формирования и кристаллизации шва по сравнению с одnodуговой сваркой модулированным током.

Реализация предлагаемого способа возможна и в варианте совместного использования колебаний второй маломощной дуги и ее питания модулированным током. При этом подача импульсов тока может осуществляться как постоянно на всей траектории движения дуги, так и в отдельных ее точках, в том числе с использованием мгновенных остановок электрода в этих точках. В последнем случае появляются дополнительные возможности для термоциклической обработки различных зон сварного соединения в зависимости от вида и состава свариваемых материалов.

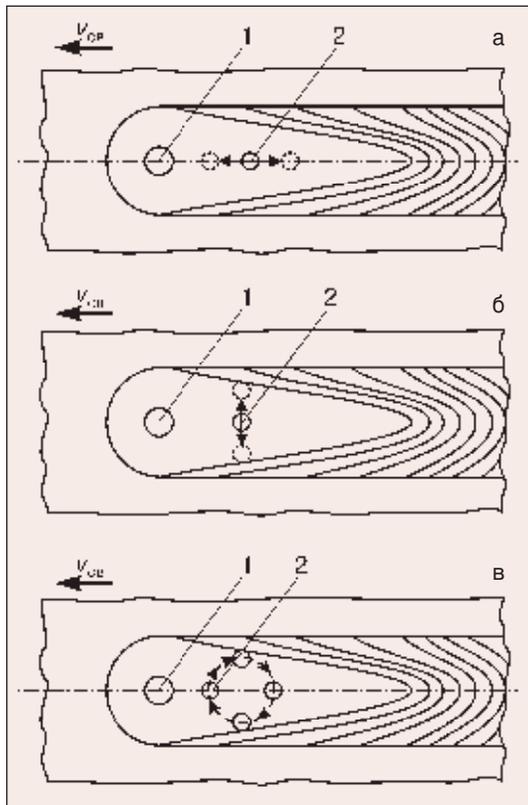
Упомянутый способ может быть реализован при сварке как под флюсом, так и в защитных газах материалов различного назначения не только без снижения производительности, но и с ее увеличением в 1,3–1,5 раза.

Гибридная сварка (дуговая + газовое пламя). В сварке и родственных процессах для получения теплоты широко используют реакцию сгорания углеводородов.

Низшая теплота сгорания основных горючих газов и температура пламени в смеси с кислородом приведены в табл. 4. Эффективная тепловая мощность пламени может регулироваться в весьма широких пределах.

В серийной огневой аппаратуре (сварочных, линейных закалочных горелках и резаках для кислородной резки) скорость истечения смеси находится в пределах 40–160 м/с, в горелках ракетного типа — 800–1000 м/с, а в установках детонационного напыления — до 3000 м/с.

Рис. 6. Схема двухдуговой сварки с колебаниями второго электрода вдоль (а), поперек (б) шва и по кругу (в)



Минимальное давление газовой струи на сварочную ванну при скоростях истечения горючей смеси 120–150 м/с может достигать 1 Па, а глубина проплавления при большой тепловой мощности пламени — 15 мм. Давление дугового потока, как известно, пропорционально квадрату силы тока. При дуговой сварке вольфрамовым электродом в аргоне при силе тока 200 А давление на оси дугового потока составляет примерно $5 \cdot 10^{-2}$ Па. С возрастанием силы тока до 500 А давление увеличивается примерно в два раза, оставаясь на порядок ниже, чем в рассмотренном выше случае газовой сварки.

Хотя газовое пламя и является менее сосредоточенным источником нагрева (10^2 – 10^3 Вт/см²), чем электрическая дуга (10^3 – 10^4 Вт/см²), оно характеризуется рядом преимуществ:

- возможностью весьма гибко регулировать распределение теплоты по заданным поверхностям изделия, а также между основным и присадочным металлом при сварке и наплавке;
- не подвержено влиянию магнитных полей;
- газодинамическое воздействие на поверхность расплавленного металла может изменяться в широких пределах и использоваться для регулирования глубины проплавления, формирования шва и удержания жидкого металла в сварочной ванне, в том числе при различных положениях шва в пространстве.

Еще в 1930 г. Г. Мюнтер предложил способ сварки «аркоген», объединяющий нагрев ацетиленокислородным пламенем и электрической дугой. Из-за сложности существующей тогда техники ручной сварки этот способ не составил конкуренции распространенным в то время более простым способам с одним источником нагрева.

Можно привести только один известный пример промышленного использования комбинированной технологии сварки электрической дугой и газовым пламенем — дуговая сварка с предварительным или сопутствующим подогревом газовым пламенем. Правда, в этом случае источник газопламенного нагрева действует за пределами сварочной ванны. Гибридный же способ сварки предполагает, что два разнородных источника нагрева (в данной случае дуга и газовое пламя) воздействуют на одну зону обработки (сварочную ванну). Такое воздействие может осуществляться по-разному (рис. 7).

На рис. 7, а показан вариант гибридной сварки электрической дугой и газовым пламенем, при котором газовое пламя расположено перед электрической дугой в непосредственной близости к ней. В этом случае газовое пламя может способствовать увеличению глубины проплавления, скорости плавления электродной проволоки и влиять на перенос жидкого металла через дуговой промежуток.

При гибридной сварке электрическая дуга + газовое пламя (рис. 7, б) источник газопламенного на-

Таблица 4. Низшая теплота сгорания и температура пламени горючих газов в смеси с кислородом

Газ	Низшая теплота сгорания, мДж/м ³	Температура пламени в смеси с кислородом, °С
Ацетилен	100,8	3100–3200
Н-бутан	111,2	2700–2900
Водород	19,2	2400–2600
Метан	32,0	2400–2700
Пропан	83,2	2700–2850
МАПП	83,2	2800–2900

грева расположен за дугой и, изменяя расстояние А между источниками нагрева, можно в достаточно широком диапазоне изменять термический цикл сварки, формирование швов, в том числе при выполнении многослойных и угловых швов.

Гибридная сварка электрическая дуга + газовое пламя может быть реализована в сочетании с газовой и газо-шлаковой защитой при механизированном процессе. Учитывая специфику предлагаемой технологии, ее можно использовать для сварки и ремонта изделий из углеродистых сталей, чугуна, меди и медных сплавов.

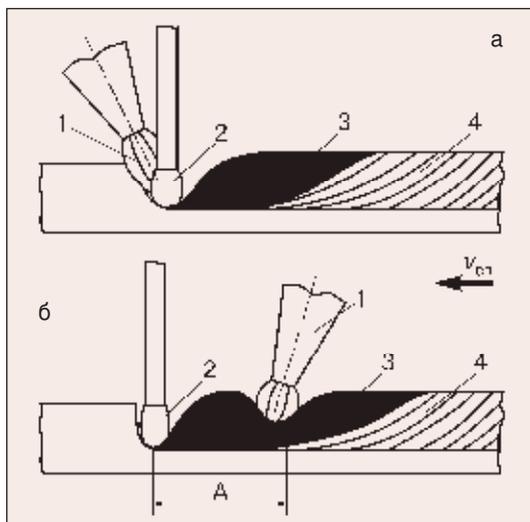
Комбинированные технологии лазерной, электронно-лучевой и дуговой сварки. Для повышения экономической эффективности лазерной сварки (снижения требований к подготовке кромок, уменьшения опасности образования утонений, пор, подрезов, снижения капитальных затрат) используют различные приемы и способы, в том числе сочетание лазерного нагрева с плазменным, дуговым или высокочастотным.

Установлено, что при односторонней гибридной сварке сталей толщиной более 5 мм 1 кВт мощности дуги может заменить 0,5 кВт мощности лазерного излучения. Речь идет об использовании менее мощных (более дешевых) лазеров для сварки толстолистового металла, что в ряде случаев экономически целесообразно. Однако выяснилось, что применение гибридного процесса при фиксированной мощности лазерного излучения имеет смысл только до определенной толщины свариваемого металла, выше которой глубина проплавления не возрастает, независимо от снижения скорости сварки. Для дальнейшей интенсификации процесса проплавления необходимо увеличивать мощность лазерного излучения.

Считают, что капитальные затраты на волоконную лазерную установку составляют около 0,1 млн. евро на 1 кВт выходной мощности. Поэтому экономическая эффективность лазерно-дуговой сварки в основном будет определяться капитальными затратами на приобретение более мощной лазерной установки.

Если исходить из необходимости увеличения глубины проплавления при лазерной сварке без увеличения мощности лазерной установки, то эта задача может быть решена и за счет использования вакуум-

Рис. 7. Схема гибридной сварки электрической дуги + газовое пламя:
 а — пламя расположено перед дугой;
 б — за дугой (1 — газовое пламя; 2 — электрическая дуга; 3 — сварочная ванна; 4 — шов)



ной защиты. С одной стороны, это лишает лазерный луч определенных преимуществ перед электронным пучком, а с другой — даже небольшая степень вакуумирования позволяет увеличить проплавление в 3–5 раз. Кроме того, специфика лазерного луча дает возможность передавать его через прозрачное ограждение или с помощью волоконной оптики, что может быть использовано при изготовлении ряда изделий в вакуумной камере.

При лазерной сварке в вакууме лучом мощностью порядка 5 кВт можно прогнозировать увеличение глубины проплавления стали до 20 мм. Такое проплавление в случае обычной лазерной сварки может быть получено при мощности лазера около 20 кВт, т. е. для реализации этой технологии потребуются дополнительные капитальные затраты порядка 1,5 млн. евро.

При лазерной сварке в вакууме необходимы дополнительные капитальные затраты на вакуумную камеру и систему вакуумирования. Если эти затраты не выходят за пределы 1–1,3 млн евро, то вариант лазерной сварки в вакууме металла толщиной 20 мм является экономически целесообразным.

Задача лазерной сварки в вакууме решается проще, когда на предприятии уже эксплуатируют установку для электронно-лучевой сварки. Вакуумная система этой установки может быть использована для лазерной сварки. Более того, в этом случае появляются экономические предпосылки для реализации гибридной сварки лазерный луч + электронный пучок. Технологический эффект и экономическую целесообразность такого процесса сегодня оценить трудно. Электронный пучок и лазерный луч имеют различную природу, но их совмещение вполне допустимо, учитывая, что лазер-

ный луч не подвержен воздействию магнитных полей и может применяться с электронным пучком в различных вариантах. Нужны эксперименты. Что касается комбинированной электронно-лучевой и дуговой сварки, то такие эксперименты проводили С.А. Овечников и В.К. Драгунов.

Установлено, что при двусторонней комбинированной сварке дуговой разряд расширяет парогазовый канал в корневой части шва. При этом силы, обусловленные воздействием электронного пучка и дугового разряда на жидкий металл, имеют противоположное направление, в результате чего стабилизируются гидродинамические процессы в канале проплавления, снижается разбрызгивание и повышается устойчивость расплавленного металла против растрескивания в широком диапазоне параметров режима.

Дальнейшее совершенствование технологий сварки плавлением целесообразно осуществлять за счет использования нескольких однородных или разнородных источников нагрева, отличающихся плотностью мощности и возможностью дозирования энергии, сочетая при этом различные виды и способы защиты расплавленного и нагретого металла от воздуха.

Двух- и трехдуговая сварка плавящимся электродом диаметром 1–2 мм с использованием газовой и газшлаковой защиты расплавленного металла, дополнительного сжатия дуги (дуг) газовым потоком и перемещением конца электрода по заданным траекториям позволяет повысить производительность, снизить тепловложение, перераспределить тепловые потоки в сварочной ванне и улучшить формирование швов. Применение этих технологий целесообразно при изготовлении металлоконструкций из углеродистых, низколегированных, нержавеющих сталей и алюминиевых сплавов, свариваемость которых является недостаточной при использовании традиционной однодуговой сварки.

Проведенный анализ показал перспективность использования в сварочных процессах комбинации таких источников энергии, как электрическая дуга и газовое пламя, а также лазерный луч и электронный пучок, поскольку эти сочетания позволяют увеличивать глубину проплавления, улучшать формирование швов с одновременным снижением себестоимости процесса сварки (по сравнению с проплавлением той же глубины каким-либо одним из указанных источников).

• #660



Автономные агрегаты с высокочастотным сварочным генератором



АДД-4005 Урал
Двигатель Deutz F2L2011

- плавная настройка тока сварки во всем диапазоне (в том числе с пульта дистанционного управления) с точной установкой параметров до начала сварки;
- ограничение напряжения холостого хода до 12В;
- форсирование тока короткого замыкания;
- защита от прилипания электрода;
- функция "горячий старт";
- выбор наклона вольтамперной характеристики для электродов с основным или целлюлозным покрытием;
- вспомогательный генератор электропитания с системой безопасности по ПУЭ;
- степень защиты от воздействия окружающей среды IP23;
- автоматическое отключение двигателя при снижении давления масла или перегреве;
- могут устанавливаться на одноосное шасси.



Урал-260
Двигатель Lister Petter LPW2



Урал-260
Двигатель Honda GX-670



Урал-170
Двигатель Honda GX-390

Технические характеристики:	Урал-170 (GX-390)	Урал-260 (GX-670)	Урал-260 (LPW2)	АДД-4005 Урал (F2L2011)
Тип топлива	бензин	бензин	дизельное	дизельное
Тип охлаждения двигателя	воздушное	воздушное	жидкостное	воздушно-масляное
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	9.6 (13)	14 (19)	14 (19)	23 (32)
Номинальный сварочный ток, А (при ПН-100%)	170	260	260	400
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-170	30-260	30-260	30-400
Габаритные размеры агрегата на раме, мм	800x600x600	820x520x800	1160x680x920	1350x950x980
Масса агрегата (на раме), кг	95	160	340	650



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.

Как снизить насыщение кромок реза азотом при плазменной резке конструкционных сталей?

П.В. Мицкевич, М.Э. Миронович
(пгт Грибановский Воронежской обл.)

Процессы плазменной резки, обусловленные выплавлением металла мощным электродуговым разрядом, вызывают насыщение кромок реза газами из атмосферы плазмы. При воздушно-плазменной резке насыщение кромок происходит в основном азотом и кислородом. Наибольшую опасность для сварных соединений, выполненных по кромкам плазменного реза, представляет азот. При плазменной резке в кромки детали азот может попадать из плазмообразующей среды (в случае применения азота, воздуха или газовых смесей, содержащих азот) либо из окружающей среды за счет инъекции в столб дуги атмосферного воздуха.

В зоне дугового разряда происходит диссоциация и ионизация азота. Атомарный азот в момент своего выделения может растворяться в жидком металле. Установлено, что введение кислорода или кислородсодержащих газов при постоянной концентрации азота в атмосфере дуги приводит к увеличению содержания азота в наплавлен-

ном металле. Экспериментально установлено, что максимальное содержание азота в кромке воздушно-плазменного реза в 50 раз больше, чем в исходном металле, и почти в 10 раз превышает растворимость азота в стали Ст3.

Максимально насыщается газами литой участок зоны термического влияния. Поэтому снижение азота в кромках воздушно-плазменного реза достигают при условии уменьшения глубины литого участка за счет снижения скорости резки, повышения напряжения на дуге, изменения направления резки и др.

Использование чистого кислорода в качестве плазмообразующего газа позволяет уменьшить насыщение кромок азотом. Это происходит за счет уменьшения литого слоя на поверхности реза, образования шлаковой пленки на поверхности жидкого металла, которая уменьшает скорость поглощения азота.

Однако получить минимальное содержание азота (не превышающее предельной растворимости в сталях 09Г2 и ВСт3сп) при кислородно-плазменной резке удается только при условии использования дополнительной концентричной кислородной заварки для окружения дуги.

Применяя водяную защиту, можно также существенно ограничить насыщение кромок азотом. При исследовании плазменно-дуговую резку стали ВСт3сп толщиной 10 мм ($I_p = 200$ А, $U_d = 180$ В, $V_p = 4$ см/с) выполняли по трем вариантам: обычная воздушно-плазменная, воздушно-плазменная и кислородно-плазменная с погружением листов в воду.

Содержание азота и распределение его по поверхности реза и в глубину металла определяли методом локального масс-спектрального анализа. Результаты исследования распределения азота показаны на рис. 1. При различных способах воздушно-плаз-

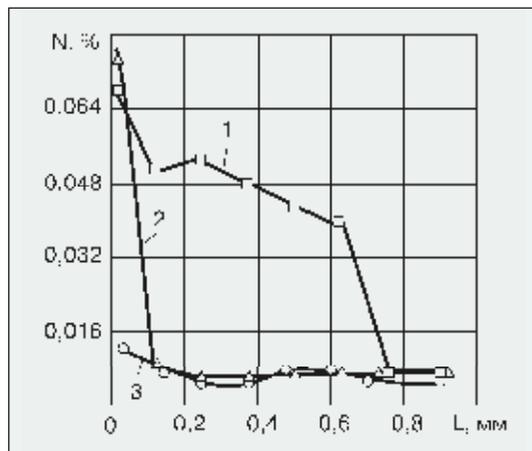


Рис. 1. Распределение азота в глубину L кромки от поверхности реза при различных способах плазменной резки

менной резки содержание азота на поверхности реза примерно одинаково. В то же время на расстоянии 0,1 мм от поверхности реза содержание азота при воздушно-плазменной резке с водяной защитой (кривая 2) снижается практически до уровня, имеющегося в основном металле (0,0064%). Аналогичное снижение содержания азота в случае обычной воздушно-плазменной резки (кривая 1) наблюдают только на расстоянии 0,8 мм. Такой характер распределения азота можно объяснить уменьшением литого участка и ограничением возможности диффузии азота в глубь металла. При этом водород, получаемый путем разложения воды в столбе дуги, положительно влияет на десорбцию азота. Предполагают, что благодаря высокой подвижности и проникающей способности водорода в процессе воздействия на металл плазменной дуги дефектные участки металла (дислокации, микронеровности, трещины и др.) на поверхности реза заполняют атомы водорода, препятствуя проникновению менее подвижных атомов азота.

В процессе кислородно-плазменной резки с водяной защитой практически исключается всасывание окружающего воздуха в зону дуги, и поэтому содержание азота на поверхности реза близко к его содержанию в основном металле (кривая 3).

В настоящее время в мировой практике широко используют плазменную резку с раздельной подачей двух газов — плазмообразующего и защитного (рис. 2). При этом имеется возможность перемещения сопла внутри керамического защитного наконечника, что предотвращает короткое замыкание сопла с разрезаемой заготовкой и, кроме того, уменьшает опасность двойного дугообразования. Защитный газ закрывает зону резки, улучшая качество реза, несколько увеличивает скорость резки, а также охлаждает сопло и защитный наконечник. Комбинация плазмообразующего и защитного газов позволяет обеспечить нужную стойкость расходных материалов, скорость резки, толщину разрезаемых материалов и желаемое качество реза.

Комбинация плазмообразующего и защитного газов:

- плазмообразующий газ — воздух, защитный газ — воздух. Обеспечивают удовлетворительное качество резки, хотя наблюдается некоторое азотирование поверхности углеродистой стали и окисление поверхности алюминия и нержавеющей стали;

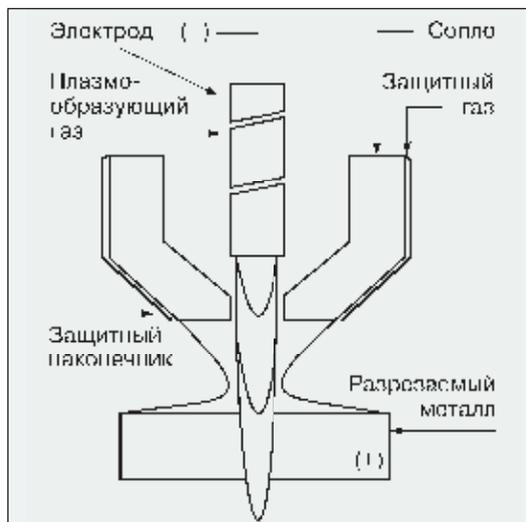


Рис. 2. Схема плазменной резки с раздельной подачей двух газов

- плазмообразующий газ — кислород, защитный газ — воздух. Обеспечивают наибольшую скорость и высокое качество резки углеродистой стали. Кромки реза не азотированы, а грат практически отсутствует. Диапазон силы тока дуги от 1,5 до 260 А;
- плазмообразующий газ — азот, защитный газ — воздух. Рекомендуют для резки нержавеющей сталей и алюминия толщиной до 100 мм при силе тока дуги 20–750 А;
- плазмообразующий газ — смесь Н35 (аргон — 35%, водород — 65%), защитный газ — азот. Используют при силе тока дуги от 750 до 1000 А для резки нержавеющей стали и алюминия толщиной до 150 мм.

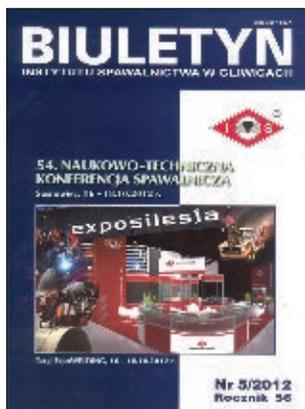
Возможны и другие комбинации плазмообразующего и защитного газов. Взамен защитного газа можно использовать воду.

Для выполнения плазменной резки с раздельной подачей плазмообразующего и защитного газов компания Hypertherm выпускает системы MAX-200 и HT-2000. Эти системы обеспечивают двухступенчатую стабилизацию расстояния между плазмотроном и разрезаемым листом: начальную (установочную) — индуктивными датчиками, выдвигающимися с помощью пневмоцилиндра; рабочую (основную) — напряжением дуги. В механизированной системе, основанной на модели HT-2000, может быть применена Long-Life-технология, предусматривающая использование микропроцессора, а также особое крепление и охлаждение катодного узла плазмотрона, что дает возможность одному катоду выдержать более 1200 стартов.

● #661

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

Продолжение в следующем номере.



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №5–2012

Исследования

J.Pilarczik, W.Zeman. Сварочное производство сегодня и завтра

P.Bernasovsky. Избранные случаи повреждений конструкций из нержавеющей стали

B. Rutzinger. Направления развития энергетической промышленности.

Применение наплавки способом СМТ на электростанциях, работающих на угле

L.Karlsson. Сварка дуплексных сталей — обзор актуальных рекомендаций

J.Matusiak, J. Wycislik. Сварка коррозионностойких сталей способами с минимальным тепловложением

A. Gruszczczyk. Влияние процессов выделения фаз на свариваемость сталей

G.Rogalski, D.Fydrych, J. Labanowski. Оценка возможности подводной сварки порошковой проволокой с помощью местной сухой камеры

Л. М. Лобанов, М.Д. Рабкина. Влияние структурно-механической анизотропии основного металла на склонность к слоистым разрушениям сварных стальных конструкций

В.Н.Корж, Ю.С. Попиль. Использование водорода при газопламенной обработке металлов

В.Д. Кузнецов, П.В.Попович. Сварка и наплавка среднелегированных и среднеуглеродистых сталей без предварительного подогрева

K.Pancikiewicz, A. Zielinska-Lipiec, E.Tasak. Влияние типа сварочного материала на структуру и свойства швов стали 7CRMOVTIB10-10(T24)

R.Jachym, K.Kwiecinski, M.Lomozik, M.Urzynicok, P.Mariani, Y.Minami. Характеристика и назначение аустенитной стали TEMPALLOY A-3 и свойства сварных соединений

K.Kwiecinski, M.Lomozik, R.Jachym, M.Urzynicok. Свойства сварных соединений стали PB2, выполняемых с послесварочной обработкой и без нее

M.Welgowski, K.Kudla. Сравнение традиционных инверторных источников с инверторами, выполненными с использованием техники MICOR

M.Banasik, S.Stano, J.Dworak. Роботизированная лазерная пайко-сварка

K.Kudla, E.Wojsyk. Имеет ли способ введения теплоты существенное влияние на геометрию шва?

J.Grundmann. Влияние содержания CO₂ в Ar на производительность и эффективность MAG-сварки

A.Zhelev, T.Osikovski. Соответствие технических требований к качеству сварки современным стандартам

S.Keitel. Внедрение стандарта EN 15085 — куда ведет этот путь?

A.Pietras, A. Weglowska, S.Kowieski, D.Niara. Современные системы мониторинга процесса сварки трением с перемешиванием FSW

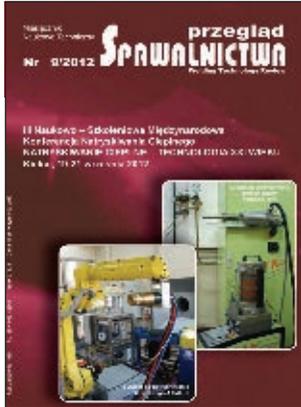
A.Ambroziak, P.Kustron, M.Korzeniowski, P.Kaczynski, A.Tobota. Исследование энергопоглощаемости тонкостенных стальных сварных структур

Z.Lindemann, J.Zimmerman, D.Golanski, T.Chmielewski, W.Wlosinski. Моделирование остаточных напряжений, возникающих в процессе термического нанесения покрытий

M.Slovacek, J.Kovarik, J.Tejc. Применение виртуальной цифровой имитации в сварочном производстве в качестве технической помощи в энергетической промышленности

Z.Mirski, P.Krasnoderebski. Технология ремонта буровых платформ с помощью сварочных технологий: анализ случаев, использование метода MES

M.St. Weglowski, M.Zeman, M.Lomozik. Свариваемость термоулучшенных сталей с пределом текучести более 1000 МПа



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №9–2012

A.Kazmierczak. Анализ возможности нанесения покрытия из нитрида титана на рабочую поверхность уплотняющего кольца поршневого двигателя внутреннего сгорания

S.Dudek, T.Gancarczek, P. Sosnowy. Использование термонапыления на примере турбинного двигателя

W.Milewski, A. Olbrycht, S.Pawlik. Стоимость дугового напыления покрытий в зависимости от вида системы распыления и способа нанесения

A.Malachowska, M.Winnicki, A.Ambroziak. Цифровое моделирование струи порошка олова при напылении на пластиковую поверхность методом Cold Spray

M.Frankiewicz, E.Chiebus, K.Kobiela. Покрытия APS, напыленные на расплавленную лазером основу

A.Wypych. Прочность элементов системы напыления и свойства нанесенных порошковой проволокой слоев как основа качества

G.Moskal, R.Swadzba, B. Witala. Неразрушающий контроль толщины термически нанесенных слоев методом лазерной топографии

A.Radziszewski, A. Radziszewski. Дефекты и повреждения термически нанесенных покрытий, образующиеся в процессе их создания и эксплуатации

W.Zorawski, N.Radak. Микроструктура и свойства покрытий WC-12Co, нанесенных сверхзвуковым напылением, после электроискровой обработки

T.Hejwowski, A.Labacz-Kecik. Микроструктура и износостойкость покрытий, нанесенных методом пламенного распыления смеси порошков

L.Latka, S.Kozerski, L.Pawlowski, D.Chicot. Механические свойства гидроксилатитовых покрытий, нанесенных прерывистой плазменной струей



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №10–2012

A.Malachowska, M.Winnicki, A.Ambroziak. Перспективы напыления методом Cold Spray

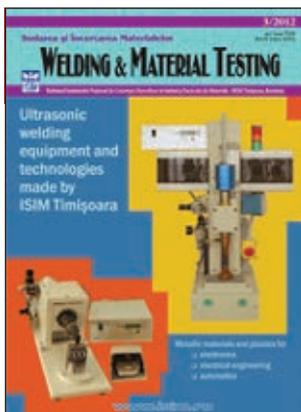
A. Ignasiak, A. Ambroziak. Анализ технологии лазерной сварки трудносвариваемых материалов

Z. Mirski, M. Rozanski, A. Winiowski. Диффузионная пайка титана при использовании подкладок из меди и никеля

A. Ambroziak, P.Biaiucki, W. Derlukiewicz, A. Lange, P. Dudkiewicz. Влияние количества ремонтов на свойства сварных соединений из сталей с мелкозернистой структурой

Z.Mikno, Z. Bartnik, A. Lange, M. Sikorski. Аспекты расчетов методом конечных элементов FEM при проектировании сварных стальных конструкций

L. Sozanski. Стандарты магнитографических исследований сварных соединений



Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №3–2012

S.Petronic, A.Milosavljevic, A.Sedmak, B.Grujic. Поверхностное профилирование листов из сплава Nimonic 263, сваренных с помощью лазера

C. Truta, V. Boboc, D. Doanta. Различные сварные соединения в оборудовании ядерной промышленности

J. Dobranszky, P. Nagy, T. Kovacs. Достижения в микросварке меди

M. Tru Sculescu, D. R. Pascu, R. A. Rosu, I. Cires. Исследование процесса старения металла деталей карьерных экскаваторов ERC 1400

F.-M. Cornea, V.-A. Serban, C. Codrean, G. Melcioiu, D. Buzdugan. Получение и характеристика аморфных сплавов, используемых для пайки современных материалов

V. Verbitchi, N.-A. Sirbu, C. Toma, I.-A. Perianu. Регенеративные источники энергии, применяемые для соединения материалов



Messe
Düsseldorf
Moscow

MESSE
ESSEN

Place of Events



ЭКСПОЦЕНТР
МОСКВА

Присоединяйтесь! В Москве!

**WELDING
& CUTTING**



RUSSIA

RUSSIA ESSEN WELDING & CUTTING

25-28.06.2013 МОСКВА / ЭКСПОЦЕНТР

**5-я Международная
специализированная выставка
Сварка. Резка. Наплавка**



weldex

РОССВАРКА

13-я Международная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий

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

+7 (495) 935 81 00

Более 250 компаний из 20 стран мира!



Всё для сварки, резки и наплавки!

www.weldex.ru

заполните заявку на участие на сайте www.weldex.ru

Организатор:



Восстает группа компаний ПЕ

Тел: +7 (495) 935 81 00

E-mail: weldex@ite-cxpro.ru

Три поддержке:

Министерства Промышленности и Торговли РФ

Транительства Москвы

Торгово-промышленной палаты РФ

Транительства Московской обл. и

Московской Торгово-промышленной палаты

При содействии:



Европейская Ассоциация



ММАГС



Российское
научно-техническое
сварочное общество



Генеральный

информационный партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

Современные проблемы металлургии, технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов

Научно-техническая конференция

В.М. Илюшенко, канд. техн. наук, **И.А. Рябцев**, д-р техн. наук,
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

25–26 октября 2012 г. в Киеве в ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины состоялась научно-техническая конференция «Современные проблемы металлургии, технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов», посвященная 100-летию двух видных ученых в области металлургии и технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов, — д-ра техн. наук, проф. И.И. Фрумина и д-ра техн. наук, проф. Д.М. Рабкина. Конференция была организована ИЭС им. Е.О. Патона, Обществом сварщиков Украины и международной ассоциацией «Сварка».

В работе конференции приняли участие более 100 ученых и специалистов в области сварки и смежных процессов от научно-исследовательских институтов, вузов и предприятий Украины, России и Польши.

Открыл пленарное заседание конференции академик НАН Украины, д-р техн. наук, проф. Л.М. Лобанов. Он рассказал о жизненном пути И.И. Фрумина и Д.М. Рабкина.

И.И. Фрумина в 1937 г. принял на работу в ИЭС Евгений Оскарович Патон. С 1941 по 1945 г. он участвовал в Великой Отечественной войне. Войну окончил в Берлине в звании майора — начальника химслужбы зенитной дивизии. После демобилизации И.И. Фрумин возвратился в ИЭС, где сначала возглавлял химическую и флюсовую лаборатории, а затем почти 30 лет — отдел физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей. Им вместе с коллегами выполнен комплекс основополагающих работ в области металлургии сварки, теории образования пор и трещин при сварке, разработано и налажено промышленное производство первых плавных флюсов.

Особенно весомый вклад внес И.И. Фрумин в создание научных и практических основ механизированной наплавки. Под его руководством разработаны первая порошковая проволока для наплавки, новые способы и технологии наплавки, которые на-

шли широкое применение в различных отраслях промышленности. За исследование, разработку и внедрение механизированной наплавки валков горячей прокатки И.И. Фрумину первому было присвоено звание лауреата Премии им. Е.О. Патона НАН Украины. За разработку порошковой проволоки для сварки и наплавки ему в составе коллектива ученых присуждена Государственная премия СССР.

Д.М. Рабкин начал работать в ИЭС в 1939 г. после окончания Киевского индустриального института (теперь НТУУ «КПИ»). В 1941–1943 гг. находился в рядах Красной Армии. В 1943 г. был отозван с фронта в ИЭС для оперативного решения вопросов, связанных с созданием и внедрением технологий сварки бронеконструкций и снарядов на заводах Урала и Сибири. Вся дальнейшая его деятельность связана с ИЭС им. Е.О. Патона, где он занимался проблемами металлургии сварки легких сплавов.

Д.М. Рабкин проявил себя как талантливый исследователь процессов плавления алюминиевых сплавов при дуговой сварке и физико-химических реакций в дуге и в сварочной ванне. Им выполнены фундаментальные исследования в области металлургии и материаловедения алюминиевых сплавов, а также создания новых технологий их сварки — механизированной полуоткрытой дугой с использованием галогенидных флюсов, электрошлаковой, электроннолучевой и др. За монографию «Металлургия сварки плавления алюминия и его сплавов» он был удостоен Премии им. Е.О. Патона НАН Украины.

Затем выступил руководитель отдела физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей д-р техн. наук И.А. Рябцев, который, в частности, сказал, что в отделе продолжают раз-

вивать направления исследований и традиции, которые заложил И.И.Фрумин. В последние годы в отделе занимаются исследованием и разработкой новых методов оптимизации структуры и свойств наплавленного металла. Для этого используют эффект структурной наследственности. Для реализации этого эффекта в состав шихты порошковой проволоки для наплавки вводятся наноразмерные карбидные композиции. Эти композиции влияют на структуру и свойства наплавленного металла без изменения его химического состава. Совместно с Институтом механики отдел занимается разработкой математических моделей и методов расчета структурного и напряженно-деформированного состояния плоских и цилиндрических деталей при наплавке и эксплуатации в условиях одновременного действия циклических, термических и механических нагрузок. Математические модели позволяют расчетным методом оценить ресурс эксплуатации наплавленных прокатных валков, штампов и других подобных деталей. Совместно с отделом математических исследований ИЭС была создана экспертная система «Наплавка». Разработка экспертной системы позволила систематизировать обширные знания по наплавочным материалам, технологиям и технике наплавки практически всех деталей, которые наплавляют в странах СНГ. Учитывая нынешние возможности в получении практических знаний и опыта наплавки экспертную систему можно с успехом использовать в учебном процессе в вузах.

Член-корреспондент НАНУ А.Я.Ищенко (ИЭС им.Е.О. Патона) выступил с докладом «Прогрессивные технологии сварки высокопрочных алюминиевых сплавов». В авиационной, ракетно-космической и оборонной технике широко используют алюминиевые сплавы различных систем легирования. В докладе были проанализированы физико-металлургические процессы, происходящие при их сварке. Дана характеристика новых и усовершенствованных способов и технологий сварки с использованием электрической дуги, электронно-лучевых и лазерных источников нагрева. В последние годы разработаны сложнотермически легированные алюминиевые сплавы с микродобавками скандия и циркония, которые отличаются более высокой технологичностью и прочностью. Их свариваемость плавлением при использовании современных технологий сварки характеризуется как хорошая



или удовлетворительная, а временное сопротивление разрыву термически упроченных деформированных полуфабрикатов достигает 750 МПа.

Доклад *канд. техн. наук Е.Ф.Переплетчикова* (ИЭС им. Е.О. Патона) был посвящен достижениям Института в области плазменно-порошковой наплавки. Развитие ППН в ИЭС неразрывно связано с именем И.И.Фрумина. Под его руководством проводились комплексные и целенаправленные исследования технологических особенностей плазменной наплавки, разработка наплавочных порошков и наплавочного оборудования, а также внедрение процесса в различных отраслях промышленности. Накоплен большой опыт при наплавке деталей как мелких задвижек, вентилях (DN50), так и крупных (DN1000 и выше) для стационарных и транспортных энергетических установок, химических предприятий, нефте- и газопроводов. Значительный интерес представляют разработанная в ИЭС технология и наплавочный порошок ПР-Х18ФНМ для ППН червяков экструдеров полимерных машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания и коррозионного воздействия среды. ППН применяют в промышленности для наплавки выпускных клапанов ДВС различных типоразмеров. При наплавке клапанов в полной мере проявляется важнейшее преимущество ППН: возможность нанесения тонких слоев с малым термическим воздействием на основной металл.

В докладе *канд. техн. наук О.Г.Кузьменко* (ИЭС им. Е.О. Патона) были представлены разработки ИЭС в области электро-

шлаковой наплавки. В институте для ЭШН создана оригинальная конструкция неплавящегося электрода — токоподводящий кристаллизатор (ТПК). При использовании ТПК присадочные материалы могут подаваться в шлаковую ванну в виде труб, стержней, проволоки, дроби, жидкого присадочного материала и т.п. Наиболее перспективным для наплавки в ТПК является зернистый присадочный материал (ЗПМ). Используя его, можно получать наплавленные слои заданных размеров и химсостава, а также активно влиять на процессы кристаллизации наплавленного металла и его свойства. Наибольший опыт накоплен при изготовительной и восстановительной наплавке дробью чугуновых прокатных валков. В ИЭС разработан и доведен до промышленного применения способ получения многослойного металла электрошлаковой наплавкой жидким металлом. К настоящему времени разработанная технология с успехом опробована в промышленности для получения заготовок биметаллических штампов, для восстановления штампов горячего деформирования и т.д.

Инженер *А.Ю.Пасечник* (Донецкий национальный технический университет) рассказал о работах лаборатории сварки и износостойкой наплавки ДНТУ. Лаборатория занимается разработкой и внедрением технологий ремонта, упрочнения и изготовления деталей и узлов горного и металлургического оборудования с использованием электрошлакового процесса. Специфика разрабатываемых технологий — это возможность их промышленной реализации непосредственно в местах эксплуатации оборудования, а также использования в качестве исходных материалов металлоотходов.

В докладе *д-ра техн. наук, проф. В.Ю.Конкевича* (ВИЛС, Москва) были рассмотрены технологии производства и использования гранулируемых алюминиевых сплавов. Основные преимущества этой технологии заключаются в возможности использования более простой технологической схемы при производстве тонкостенных полуфабрикатов; обеспечении экономичного производства изделий благодаря значительно сокращенному циклу в сочетании с высоким выходом годного; получении полуфабрикатов из сложнолегированных сплавов, содержащих в своем составе компоненты в количествах, превышающих их предельную растворимость в равновесном состоянии.

На конференции доклад «Экспериментальные исследования термостойкости и стойкости при циклических температурных и постоянных механических нагрузках металла, применяемого для наплавки роликов МНЛЗ» сделал *д-р техн. наук Е. Турек* (Институт сварки, Гливице, Польша). Были приведены результаты экспериментальных исследований термической стойкости и стойкости при циклических температурных и постоянных механических нагрузках металла, наплавленного проволокой, которую применяют на польских металлургических заводах для восстановления и упрочнения роликов МНЛЗ. Для сравнения по тем же методикам испытывали и основной металл роликов — сталь 34ХМ. В результате исследований установлено, что наилучшие свойства имели образцы из стали 34ХМ. Из наплавленных образцов лучшие свойства имел аустенитный наплавленный металл Х18Н10. Ниже были свойства металла мартенситного 10Х13 и мартенсито-аустенитного Х13Н4 классов.

В докладе *канд. техн. наук В. Н. Матвиенко* (Приазовский государственный технический университет, Мариуполь) были рассмотрены проблемы повышения долговечности прокатных валков с помощью наплавки и дуговой металлизации. Работу выполняли совместно с меткомбинатом им. Ильича. В настоящее время для наплавки прокатных валков на комбинате освоено производство легированной наплавочной ленты 20Х4МФБ. Применение такой ленты (наряду с лентами 08кп, 20пс) в сочетании с плавными или керамическими флюсами позволяет наплавлять слои, механические и служебные свойства которых соответствуют условиям эксплуатации валков. Наплавка прокатных валков с использованием наплавочных материалов, изготавливаемых на меткомбинате им. Ильича, обеспечивает низкую долю затрат (33,0–45,0%) на восстановление изношенных валков в сравнении со стоимостью новых.

Доклад *канд. техн. наук К. Мадея* (Институт сварки, Гливице, Польша) был посвящен проблемам сварки термически улучшенных конструкционных сталей высокой прочности с пределом текучести 690–1100 МПа. Рассмотрены особенности технологии сварки высокопрочных сталей, в частности, влияние погонной энергии дуговой сварки на структуру и механические свойства сварных соединений. В докладе были приведены данные о причинах обра-

зования трещин при сварке сталей подобно-го типа и возможные меры борьбы с ними.

Темой доклада *канд. техн. наук А.Г.Поляцкого* (ИЭС им. Е.О. Патона) стала эффективность применения сварки трением с перемешиванием для получения неразъемных соединений алюминиевых сплавов. Формирование швов в твердой фазе предотвращает образование пор, макровключений оксидной пленки, горячих трещин и других дефектов. Отсутствие дугового разряда и расплавленного металла позволяют получать неразъемные соединения без применения защитного газа, а также избежать ультрафиолетового излучения дуги, выделений дыма, выгорания легирующих элементов. Снижение теплового воздействия на металл способствует уменьшению остаточных деформаций и напряжений в соединениях, что уменьшает коробление сварных конструкций и повышает их стойкость к разрушению. Сварные соединения алюминиевых сплавов, полученные сваркой трением с перемешиванием, обладают значительной стойкостью к зарождению и распространению эксплуатационных трещин и имеют высокую усталостную прочность.

Анализу современного состояния электронно-лучевой сварки изделий ответственного назначения из алюминиевых сплавов и проблемам изготовления из них различных транспортных конструкций были посвящены доклады *д-ра техн. наук А.А.Бондарева* (ИЭС им. Е.О. Патона) и *канд. техн. наук В.Г.Игнатьева* (Национальный авиационный университет).

В докладе *А.П.Ворончука* (ИЭС им. Е.О. Патона) была приведена обширная информация об оборудовании и технологии наплавки порошковыми лентами, опыте промышленного использования полученных разработок. С сообщением о производстве в ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог) наплавленных биметаллических износостойких листов для защиты оборудования различного назначения от абразивного изнашивания выступил *Ю.В.Муска*.

Всего на пленарном заседании конференции было заслушано 27 докладов и сообщений. Кроме того, в читальном зале библиотеки ИЭС им. Е.О. Патона было представлено более 10 стендовых докладов, которые также вызвали большой интерес участников конференции. ● #662

Международная научно-техническая конференция, посвященная 125-летию изобретения Н.Г.Славяновым электродуговой сварки плавящимся электродом «Сварка и контроль-2013»
15–17 мая 2013 (Пермь)

Научные направления конференции:

- технологии и оборудование;
- нанесение покрытий;
- пайка;
- новые материалы;
- неразрушающий контроль и техническая диагностика;
- гибридная сварка;
- сварка в медицине.

Организаторы:

Межгосударственный комитет по сварке и родственным процессам, Министерство образования и науки РФ, Национальное агентство контроля сварки (НАКС), Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)

Адрес оргкомитета:

614990 Пермь, Комсомольский проспект, 29а, ПНИПУ. Тел. (342) 219-83-71; 8-952-319-14-43. E-mail: svarka@pstu.ru

XI Международный промышленный форум

20–23 ноября 2012 г. в Киеве на территории Международного выставочного центра успешно прошел XI Международный промышленный форум.

Промышленный форум ежегодно проводится по Распоряжению КМУ, что говорит о его высоком уровне. Уже 8 лет Форум входит в список ведущих промышленных выставок мира, официально признанных UFI — Всемирной ассоциацией выставочной индустрии.

Организаторами форума выступили Государственное Агентство по управлению государственными корпоративными правами и собственностью Украины, УНК «Укрстанкоинструмент», ООО «Международный выставочный центр».

Промышленный форум проходил в двух павильонах и занимал площадь 15 тыс. квадратных метров. В специализированных выставках приняли участие 420 компаний,

представив оборудование и технологии из 34 стран мира. Форум посетили 10 846 человек. В рамках Форума были представлены национальные экспозиции Республики Беларусь, Словацкой Республики, Турции и Чешской Республики, а также официальные экспозиции Ставропольского края и Чувашской Республики (Россия).

В Форуме традиционно приняли участие отечественные станкоинструментальные заводы, а именно: ХЗКПО «Пригма-Пресс» (Хмельницкий), ЧАО «Черниговский механический завод», ОАО «Одесский завод радиально-сверлильных станков», ПАО «Сумский завод «Энергомаш», ОАО «Прессмаш» (Ивано-Франковск), ЧП «Чип» (Нововольнск) и др.

Постоянные участники выставки — национальные экспозиции Беларуси, Словакии и Турции, представительной и многочисленной в этом году, как и в прошлом, была экспозиция Чехии.

Посетители Форума могли познакомиться с оборудованием представительств европейских и японских станкоинструментальных компаний, таких как Spinner Werkzeugmaschinenfabrik GmbH (Германия), Knuth Werkzeugmaschinen GmbH (Германия), Sodick Company Ltd (Япония), Behringer GmbH (Германия), Alfleth Engineering AG (Швейцария) и др.

Украшением экспозиции стал новый лазерный комплекс TRUMPF, представленный на стенде официального дилера — компании ООО «Сфера-Техно» (Киев).

Все разнообразие последних разработок станкостроительной отрасли Европы, а так-



же образцы оборудования из Азии и США были представлены на стендах ведущих украинских дилеров — компаний «Абпланалп Украина» (Киев), ООО «АКМА-Станкоимпорт» (Днепропетровск), ООО «Батекс» (Киев), ООО ТЦ «ВариУс» (Днепропетровск), ООО «Вебер Комеханикс Украина», ООО «Дельта-Современные технологии» (Днепропетровск), ООО «Зенитек Украина», ООО «Империя металлов» (Харьков), ЧАО ДИТЦ «Контакт» (Днепропетровск), ООО «ОГМ-Технология» (Киев), СП «Стан — Комплект» (Киев), ООО НПП «Станкопромимпорт» (Харьков), ООО «Топстар» (Днепропетровск) и многих других.

Экспозиция металлорежущего инструмента в рамках выставки «Металлообработка» традиционно произвела впечатление на гостей выставки созвездием всемирно известных брендов: CeramTec, Sandvik Coromant, Seco AB, Iscar, Walter, Narex, TaeguTec, Korloy Inc., Sumitomo, Guehring OHG и др.

В 2012 г. на Форуме впервые демонстрировался стенд немецкого бренда ARNO Werkzeuge — одного из лидеров европейского прецизионного станкостроения. Новым участником в 2012 г., который привлек к себе повышенный интерес посетителей, стала компания Klingspor (США) — один из лидеров среди производителей абразивных изделий.

Популярной на Форуме была специализированная выставка «УкрСварка», которая является традиционной площадкой для демонстрации передовых сварочных технологий, новых материалов и оборудования для сварки, резки, пайки и наплавки.

Внимание посетителей привлекли автоматическое сварочное оборудование, представленное на стенде компании ООО «Эсаб Украина» и сварочные роботы, продемонстрированные на стендах ООО «Роботикс Инженерия» (Киев) и ООО «Триада Лтд К°» (Запорожье). Насыщенными и интересными были стендовые экспозиции традиционных участников: Kaunak Teknigi San. Ve Tic. A.S. (Турция), ООО ПИИ «Бинцель Украина» (Киев), ООО «Фрониус-Украина» (Киев), ООО «Завод автогенного оборудования «Донмет» (Краматорск), ООО «Опытный завод сварочного оборудования института электросварки им. Е.О. Патона» (Киев), ОДО «ЗОНТ» (Одесса), ООО «Саммит» (Днепропетровск), НПП «Техмаш» (Одесса), ООО «Центроспав Украина» (Киев), ЧПФ «Фаворит АМ» (Киев), и других компаний.



Состав участников пополнился также компаниями ООО «Велдотерм-Украина» (Ивано-Франковск), Государственное научно-производственное предприятие «Объединение Коммунар» (Харьков) и др.

Для компаний Lastek Belgium n.v (Бельгия) и ОАО «Лосиноостровский электродный завод» (Россия), ООО «НПП «Сварка Евразии» (ТМ СпецЭлектрод) (Россия) участие в выставке «УкрСварка» стало началом успешного выхода на рынок Украины.

Экспозиция специализированной выставки «УкрСварка» предоставила профессионалам сварочной отрасли уникальную возможность получить актуальную информацию о тенденциях рынка на ближайшее время, реализовать коммерческие планы и наладить деловые контакты.

Многие компании подтвердили позитивный результат работы Форума и заявили о желании увеличить масштабы своих будущих стендовых экспозиций в 2013 г.

XII Международный промышленный форум-2013 пройдет 19–22 ноября 2013 г.

● #663

Модернизация и переоснащение предприятий. Эффективные технологии при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей

6-я научно-техническая конференция

В Днепропетровске 17 октября 2012 г. в рамках международной выставки «Машипром-2012» состоялась 6-я научно-практическая конференция «Модернизация и переоснащение предприятий. Эффективные технологии изготовления, ремонта и восстановления деталей». Организаторы конференции ООО «НПП Реммаш» (Днепропетровск), Ассоциация технологов машиностроителей Украины (Киев) и Экспоцентр «Метеор» (Днепропетровск).

В работе конференции приняли участие 45 специалистов различных предприятий Украины и России. Информационную поддержку оказал журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов».

Основные направления работы конференции:

- оборудование, материалы, технологии для электродуговой наплавки;
- оборудование и технологии газокислородной резки;
- высокоэффективные инновационные технологии упрочнения;
- перспективные технологии и инструменты для механической обработки упрочненных деталей.

В докладах специалистов ООО «НПП Реммаш» и ИЭС им. Е.О. Патона была изложена информация о путях развития отечественных предприятий в направлении разработки и изготовления высокоэффективного наплавочного оборудования, а также о поступающем на рынок Украины современном вы-

сокоэффективном импортном оборудовании (ООО «Саммит», Днепропетровск). Докладчики из ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» и ИЭС им. Е.О. Патона (Киев) проинформировали о последних разработках порошковой наплавочной проволоки и лент и эффективном их применении. О методах подхода в выборе наплавочного оборудования и материалов, и их доработке поделились в своих докладах представители ПАО «ДМКД» (Днепродзержинск), ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог) и ОАО «Стойленский ГОК» (Старый Оскол, РФ). О разработанных современных инновационных технологиях и эффективности их применения сообщили сотрудники ООО «НПФ ВИСП», ИЭС им. Е.О. Патона, Института проблем прочности (Киев) и др. Темой доклада специалистов ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» (Краматорск) стали данные о разработанных инструменте и технологии для газокислородной резки, позволяющих повысить ее производительность. Информация о работах по повышению эффективности, работоспособности и срока службы деталей благодаря правильно подобранным технологиям и инструменту для финишной механической обработки покрытий была представлена в докладах Института сверхтвердых материалов (Киев).

Ознакомиться с материалами конференции можно на сайте: www.ex.ua/edit_storage/852074655399.

• #664

С глубоким прискорбием извещаем о трагической кончине видного специалиста в области сварочного производства, металлургии и тяжелого машиностроения, талантливого организатора и руководителя, человека, исповедовавшего высокие моральные ценности, — Виктора Васильевича Черных.

В 1953 г., после окончания МВТУ им. Баумана, Виктор Васильевич был направлен в отдел сварки НовоКраматорского машиностроительного завода г. Краматорска, где он проработал до 1965 г. Здесь он проявил незаурядные способности инженера и организатора, внес особо важный вклад в дело внедрения, развития и совершенствования нового способа соединения крупногабаритных заготовок большой толщины — электрошлаковой сварки.

С 1965 по 1990 гг. Виктор Васильевич работал в Министерстве тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения СССР, где занимался проблемами создания и внедрения передовых технологий производства, в том числе сварных конструкций ответственного назначения, а также приобщением специалистов отрасли к деятельности МИСа. С 1990 г. активно работал в Российском научно-техническом сварочном обществе. Защитил кандидатскую диссертацию.

Виктор Васильевич Черных отдал все свои знания, талант и опыт служению научно-техническому прогрессу, плодотворному сотрудничеству сварочной науки и техники с производством. Он навсегда останется в памяти и сердцах многих сотрудников, которые с ним плодотворно работали и общались.

Выражаем глубокие соболезнования родным и близким погибшего.

Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины, Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия, редакционный совет и редакция журнала «Сварщик»



Календарь выставок на 2013 г.

Украина

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
26.03–29.03	Киев, Международный выставочный центр	Металлообработка. Инструмент. Пластмасса–2013	IV Международная специализированная выставка	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua
03.04–05.04	Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза»	Трубы & Фитинги Украина 2013	Специализированная техническая выставка с международным участием	ВЦ «КиевЭкспоПлаза» www.weldexpo.com.ua
03.04–05.04	Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза»	Проволока & Метизы Украина 2013	Специализированная техническая выставка с международным участием	ВЦ «КиевЭкспоПлаза» www.weldexpo.com.ua
03.04–05.04	Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза»	Инженерия поверхности 2013	Специализированная техническая выставка с международным участием	ВЦ «КиевЭкспоПлаза» www.weldexpo.com.ua
03.04–05.04	Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза»	Листовой металл Украина 2013	Специализированная техническая выставка с международным участием	ВЦ «КиевЭкспоПлаза» www.weldexpo.com.ua
03.04–05.04	Днепропетровск, УЗСД «Метеор»	«Энергопром-2013»	12-я Национальная выставка энергоэффективности, энергосбережения и электротехники	Экспоцентр «Метеор» http://www.expometeor.com
24.04–25.04	Запорожье, Козак Палац	Композиты и стеклопластики	Специализированная выставка композитных и полимерных конструкционных материалов	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
21.05–24.05	Запорожье, Козак Палац	Машиностроение. Металлургия	XXI международная специализированная выставка промышленного оборудования и технологий	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
21.05–24.05	Запорожье, Козак Палац	Литье-2013	IX Международная научно-практическая выставка-конференция	Запорожская ТПП http://www.expo.zp.ua
11.09–13.09	Днепропетровск, УЗСД «Метеор»	ЛитЭкс-2013	8-я Международная выставка литейной продукции, технологий, оборудования и материалов для производства литья	Экспоцентр «Метеор» http://www.expometeor.com
08.10–10.10	Харьков, ПВЦ «Радмир Экспохолл»	КИП	16-я специализированная выставка контрольно-измерительных приборов	ООО «ЭкспоСервис» www.expos.com.ua
15.10–18.10	Киев, Выставочный центр «КиевЭкспоПлаза»	OSH/Охрана труда 2013	Вопросы охраны труда в Украине	http://www.euroidex.ua
15.10–18.10	Днепропетровск, УЗСД «Метеор»	МашПром-2013	13-я Международная выставка машиностроения, металлообработки и промышленного оборудования	Экспоцентр «Метеор» http://www.expometeor.com
19.11–22.11	Киев, Международный выставочный центр	Металлообработка, УкрМашТех, УкрСварка, УкрПластТех	XI Международный промышленный форум–2013	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua
26.11–29.11	Кривой Рог, Дворец молодежи и студентов	Промышленность. Инвестиции. Технологии	Выставка-форум с международным участием	ООО «Кратос» www.kratos.net.ua

Россия

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
12.03–14.03	Санкт-Петербург, Выставочный комплекс «Ленэкспо»	BLECH Russia–2013	3-я Международная выставка оборудования и технологий для обработки листового металла	Mack Brooks Exhibitions Ltd, ВО «РЕСТЭК»
12.03–14.03	Санкт-Петербург, Выставочный комплекс «Ленэкспо»	Петербургская техническая ярмарка (ПТЯ)	Металлургия. Литейное дело, Металлообработка, Машиностроение	ГП «РЕСТЭК» http://www.lenexpo.ru http://www.ptfair.ru/
26.03–29.03	Новосибирск, МВК «Новосибирск Экспоцентр»	Машиностроение. Металлообработка. Сварка. Металлургия	Выставка металлоизделий, техники, оборудования, станков, инструментов и технологий для обработки металла	Международный Выставочный Центр «ИТЕ Сибирская ярмарка» http://www.sibmetall.sibfair.ru/
09.04–11.04	Волгоград, Волгоградский дворец спорта	Энергетика. Электротехника. Энергосбережение. Машиностроение. Металлообработка. Сварка–2013	Специализированная выставка	ВЦ «Царицынская ярмарка» http://www.exponet.ru
09.04–12.04	Пермь, ВЦ «Пермская ярмарка»	Металлообработка. Сварка–2013	12-я Международная выставка современных технологий, оборудования, материалов и средств защиты для машиностроения, металлообработки и сварочного производства	Пермская ярмарка http://www.exponet.ru
24.04–26.04	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	«Экспо Контроль 2013»	5-я специализированная выставка приборов и средств контроля, измерений, испытаний	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.ruai-interex.ru/

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
15.05–17.05	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»	IX Евро-Азиатский промышленный форум	Литье, машиностроение, металлообработка	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
27.05–31.05	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлообработка. 2013	14-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности»	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.metobr-expo.ru/
28.05–31.05	Москва, ВЦ «Крокус Экспо»	СкрапЭкспо-2013	Сбор и переработка лома черных и цветных металлов	СИБИКО Интернэшнл www.sibico.com, info@sibico.com
28.05–30.05	Магнитогорск	Металлургия. Машиностроение. Металлообработка. Сварка	Десятая межрегиональная выставка	Восточные Ворота http://expo74.ru/
25.06–28.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлургия-Литмаш	Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.exposentr.ru
25.06–28.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Трубы. Россия- 2013	Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.exposentr.ru
25.06–28.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Алюминий/Цветмет-2013	Международная выставка по алюминию, цветным металлам, материалам, технологиям и продукции	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.exposentr.ru
25.06–28.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Проволока Россия 2013	Международная выставка оборудования для производства и обработки проволоки, кабеля и метизов	Экспоцентр на Красной Пресне http://wire-russia.ru
25.06–28.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Сварка. Резка. Наплавка	Международная специализированная выставка оборудования и инновационных технологий для сварки, резки, наплавки	Экспоцентр на Красной Пресне Мессе Эссен ГмбХ и ООО «Мессе Дюссельдорф Москва» www.sus-me.ru
25.06–26.06	Нижний Новгород, ВК «Нижегородская ярмарка»	Машиностроение. Станки. Инструмент. Сварка	12-я Международная выставка	ВЗАО «Нижегородская ярмарка» www.yarmarka.ru
21.08–23.08	Саратов, ВЦ «Софит-Экспо»	Техноэкспо. Станки. Приборы. Оборудование-2013	12-я Специализированная промышленная выставка	ВЦ «Софит-Экспо» www.vmost.ru
25.08–27.08	Волгоград, ВолгоградЭКСПО	ПромЭКСПО–2013	Всероссийская специализированная выставка	ВолгоградЭКСПО http://www.exponet.ru
04.09–06.09	Санкт-Петербург	Дефектоскопия. Неразрушающий контроль и диагностика в промышленности	13-я специализированная выставка	www.restec.ru
10.09–13.09	Ижевск, Культурно-оздоровительный центр «Здоровье»	Машиностроение. Металлургия. Металлообработка–2013	12-я Международная специализированная выставка	Выставочный центр «Удмуртия» http://www.vcudmurtia.ru
10.09–12.09	Москва, Экспоцентр	Термообработка–2013	7-я международная специализированная выставка технологий и оборудования для термообработки	Мир-Экспо http://www.htexporus.ru/
11.09–13.09	Ростов-на-Дону, КВЦ «ВертолЭкспо»	МетМаш Сварка Станкоинструмент	Промышленный конгресс юга России	КВЦ «ВертолЭкспо festival@vertolexpo.ru
25.09–27.09	Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»	Машиностроение. Металлообработка. Казань–2013	Международная специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» http://www.expomach.ru/rus/
25.09–27.09	Санкт-Петербург, Михайловский Манеж	«Мир мостов-2013»	X Международный форум	www.restec.ru
01.10–04.10	Новосибирск, ВК «Новосибирск Экспоцентр»	Сибполитех/ IDES 2013	Международная промышленная выставка-форум	Международный Выставочный Центр «ITE Сибирская ярмарка»
02.10–04.10	Санкт-Петербург, выставочный комплекс «Ленэкспо»	Российский промышленник 2013	Международный промышленный форум. Специализированные выставки: «Промэкспо», «Техноэкспо», «Субконтрактинг», «Машиностроение. Станки. Металлообработка», «Инструмент и техоснастка», «Нанотехнологии», «Автомаш», «Ярмарка комиссионного оборудования»	ЗАО «ЭкспоФорум» http://www.exponet.ru
02.10–04.10	Екатеринбург, КОСК «Россия»	Техническое перевооружение машиностроительных предприятий России. Станкостроение. Обработка металлов–2013	Международный научно-промышленный форум	Универсальные выставки http://www.exponet.ru
08.10–11.10	Москва, КВЦ «Сокольник»	Weldex / Россварка–2013	13-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	Выставочный холдинг MVK Компания «Элсвар» www.weldex.ru
29.10–01.11	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	MASHEX–12	16-я международная специализированная выставка оборудования, комплектующих, материалов, технологий и услуг для металлообработки и машиностроения	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.exposentr.ru www.masheх.ru

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
06.11–08.11	Уфа, Уфимский дворец спорта	Сварка и контроль–2013	Межрегиональная специализированная выставка сварочного оборудования, технологий и материалов	БашЭКСПО www.exponet.ru
06.11–08.11	Уфа, Уфимский дворец спорта	Металлообработка: станки, инструмент, технологии–2013	Межрегиональная специализированная выставка продукции отраслей машиностроения для промышленности, сельского хозяйства, транспорта и строительства	БашЭКСПО www.bashexpo.ru
26.11–28.11	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Сварка. Контроль и диагностика	Международная специализированная выставка-конференция	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
26.11–28.11	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Металлообработка. Инструменты	Специализированная выставка металлообработывающих технологий, оборудования	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
10.12.–12.12	Тюмень, Выставочный зал	Станки. Приборы. Инструменты. Промоборудование. Склад. Сварка–2013	Специализированная выставка	ОАО «Тюменская ярмарка» www.vmost.ru

Международные выставки

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
19.03–21.03	Келце, Польша	Welding-Kielce-13	Международная выставка сварочных технологий и оборудования	Targi Kielce Zakladowa 1 25-672 Kielce Poland +48 41 365 12 22 +48 41 345 62 61
19.03–21.03	Келце, Польша	EXPO-Surface	Выставка технологий обработки поверхности. Защита от коррозии	Targi Kielce Zakladowa 1 25-672 Kielce Poland +48 41 365 12 22 +48 41 345 62 61
21.03–23.03	Парма, Италия	Motek Italy -2013	Выставка сборочных, сварочных и обрабатывающих технологий	Senaf s.r.l. Via Eritrea 21/A 20157 Mailand Fon: +39 02 3320391 http://www.senaf.it/ info@senaf.it
28.03–30.03	Стамбул, Турция	BORU 2013	Трубы и трубопроводы	Ihlas Fuarcilik Ihlas Media Plaza October 29 cd. 23 kat.1 Yenibosna Istanbul Turkey +90 (212) 454 25 20, +90 (212) 454 25 98
28.03–30.03	Шэньчжэнь, Китай	SICW 2013	Выставка оборудования для сварки и резки	CZMA (China Shenzen Machinery Association) Room 1218, 12/F. Hailrun Complex NO.6021 ShenNan Avenue, District ShenZhen 518040 China +86 755-83458818 +86 755-83458918
08.04–12.04	Ганновер, Германия	Hannover Messe 2013	Выставка промышленных технологий	Deutsche Messe AG Hannover Messegelehnnde D-30521 Hannover Germany +49 (0)511 89 0 +49 (0)511 89 32626
09.04–12.04	Минск, Белоруссия	Сварка и резка 2013	Международная специализированная выставка. Оборудование, материалы, технологические процессы для сварочного производства, приборы контроля	ЗАО «МинскЭкспо» тел.: + 375-17-226 98 58, 226 90 83 факс: +375-17-226 98 58, 226 99 36 e-mail: e_fedorova@solo.by, julia@minskexpo.com
23.04–25.04	Прага, Чехия	For Surface 2013	Международная выставка обработки поверхности и финишных технологий	ABF a.s. Vavalske nam. 29 111 21 Praha 1 Czech Republic +420 225 291 121
14.05–15.05	Брно, Чехия	Stainless 2013	Международная выставка по нержавеющей стали	Messe Brinn Vestaviste 1 64700 Brno, Czech Republic Tel: +42 (0)541 151111 Fax: +42 (0)541 153070 www.bvv.cz/ info@bvv.cz
21.05–24.05	Нитра, Словакия	Eurowelding 2013	Международная выставка по сварке и сварочным технологиям	Agrokomplex-Vystavnictvo Nitra Vystavna 4 949 01 Nitra Slovakia +421 37 6572 111
04.06–07.06	Познань, Польша	Welding-Poznan	Международная выставка сварочных технологий	Poznan International Fair Ltd. ul. Glogowska 14 60-734 Poznan Fon: +48-61-869-2000 Fax: +48-61-869-2999 http://www.mtp.pl
04.06–07.06	Познань, Польша	Surfex 2013	Выставка технологий обработки поверхности	Poznan International Fair Ltd. ul. Glogowska 14 60-734 Poznan Fon: +48-61-869-2000 Fax: +48-61-869-2999 http://www.mtp.pl
18.06–21.06	Шанхай, Китай	Beijing Essen Welding&Cutting	Специализированная выставка. Сварка резка и наплавка	Messe Essen GmbH Postfach 10 01 65 D-45001 Essen Germany +49 (0) 201 724 40 +49 (0)201 724 4248
15.10–17.10	Краков, Польша	Blach-Tech-Expo	Международная выставка по металлообработке	Targi w Krakowie Ltd 31-586 Krakow Centralna 41a Str. Poland +48 12 644 59 32 +48 12 644 61 41
06.11–08.11	Бусан, Южная Корея	Welding Busan Korea 2013	Международная выставка сварки, резки и лазерного оборудования	Bexco (Busan Exhibition & Convention Center) #1291 Wu 2-dong Haundae-gu Busan 612-827 Korea South +82 (051) 740-7300 +82 (051) 740-7320
04.11–07.11	Штуттгарт, Германия	Blechexpo&Schweisstec 2013	Международная выставка обработки металла и технологий соединения	P.E. Schall GmbH Gustav-Werner-Str. 6 72636 Frickenhausen Germany +49 (0)702 592 06 0 +49 (0)702 592 06 20
05.11–08.11	Штуттгарт, Германия	Blechexpo 2013	Международная выставка работ и изделий из листового металла	P.E. Schall GmbH & Co. KG Gustav-Werner-Strasse 6 72636 Frickenhausen Fon: 07025 9206-0 Fax: 07025 9206-620 http://www.schall-messen.de/ info@schall-messen.de
05.12–08.12	Бурса, Турция	Bursa Sheet Metal Technologies	Технологии обработки листового металла	Тъуап Fairs and Exhibitions Organization Inc. E5 Karayolu Gurpinar Kavsaoy Buyukcekmece Istanbul Turkey +90 (212) 867 11 00 +90 (212) 886 93 99



СВАРКА и РЕЗКА

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

9-12.04.2013



Международный специализированный салон
Защита от коррозии. Покрытия



14-я международная специализированная выставка
Порошковая металлургия

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

Организатор:



МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58

+375 17 226 90 83

Факс: + 375 17 226 98 58

+375 17 226 99 36

E-mail: e_fedorova@solo.by

партнер выставки:



ЭКСПЕРТЫ В СВАРКЕ

Генеральный
информационный
партнер:



«СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ» в рамках выставки



СТАНКОСТРОЕНИЕ

15-18 октября 2013 Крокус Экспо, Москва

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



Тематика выставки:

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

Современное оборудование от ведущих компаний

Организатор
выставки:



ООО «Райт Солюшн»

info@stankoexpo.com

+7 (495) 988-27-68

www.stankoexpo.com

Генеральный информационный партнер



КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



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

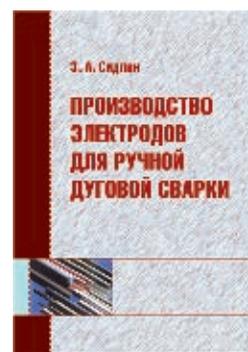
Изложены направления развития и совершенствования технического уровня сварочного производства и качества изготовления сварных конструкций. Дана характеристика современных конструкционных материалов, описаны пути повышения точности изготовления сварных конструкций, уровня механизации и автоматизации сварочного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

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

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

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

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



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

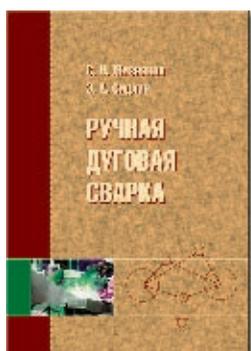
Рассмотрены основные способы плазменной наплавки. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом. Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, технологические особенности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

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

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

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

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



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

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

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

Заказы направлять по адресу: 380036 РФ, г. Белгород, б-р Юности, 2, к. 317.
Тел./ф. (4722) 53-73-27; тел. (4722) 53-73-23; моб. тел. 8 (910) 736-26-79
E-mail: mozgovovjv@rambler.ru. МОЗГОВОЙ Виктор Федорович

Создание и покорение суперстали

Часть 4. Материаловеды и сварщики решают проблемы производства пара

А.Н. Корниенко

История теплоэнергетики насчитывает несколько тысячелетий. С середины 18-го века энергия пара начинает применяться для работы насосов, затем для наземного и водного транспорта, привода производственных машин, теплофикации и, наконец, выработки электроэнергии. Ученые-теплотехники, конструкторы стремились увеличить параметры пара и производительность котлов. К началу 20-го века в разных странах уже эксплуатировали котлы с повышенными параметрами пара. Их изготавливали с применением клепки. Несмотря на то, что к тому времени были уже установлены преимущества сварки, применять новые технологии соединения в производстве котлов не спешили. Однако 80 лет тому назад был изобретен котел, конструкция которого известна в мире как «система Рамзина». Принцип получения пара в нем используют до сих пор. А изготовить его можно было только с помощью сварки.

В СССР в 1931 г. впервые контора «Оргаметалл» на заводе «Мастяжарт» вместо клепки начала сваривать корнвалийские водогрейные котлы давлением 0,3 МПа. Преимущества новой технологии были очевидны: расход металла снизился на 24%, стоимость изготовления — на 25%, увеличился выпуск котлов с имеющихся площадей. Однако два года никто не решался перевести на сварку изготовление паровых котлов, и только в феврале 1933 г. Наркомтруда разрешил сварить опытную партию котлов системы В.Г.Шухова. Цельносварные котлы, изготовленные на заводе «Парострой» с применением ручной дуговой сварки толстопокрытыми электродами ЛИМ, выдер-

Л.К.Рамзин



жали расчетную нагрузку. Но если в производстве этих агрегатов сварка была лишь альтернативой клепки, то первый в мире мощный прямоточный котел Леонида Константиновича Рамзина без применения сварки изготовить не удавалось.

Профессор, заведующий кафедрой в Императорском техническом училище (ныне МГТУ им. Н.Э.Баумана) Л.К.Рамзин был приглашен для разработки глобального плана ГОЭЛРО. «Рамзин — лучший топливник в России. В лице Рамзина мы имеем самого выдающегося ученого по такой специальности...», — так написал Председатель Совета народных комиссаров В.И.Ленин. Работая в комиссии ГОЭЛРО, он установил основные направления развития теплоэнергетики. В 1921 г. был создан Всероссийский теплотехнический институт и Л.К.Рамзин был назначен его директором.

26 октября 2012 г. на конференции, посвященной 125-летию со дня рождения выдающегося ученого-энергетика Л.К.Рамзина, теперешний директор института член-корреспондент РАН А.Клименко отметил: «Ученый, прежде всего, требовал постановки актуальных для народного хозяйства задач и эффективного их решения, а от коллектива — добросовестности и ответственности, доброжелательности и порядочности. Многими достижениями ВТИ обязан первому своему директору». Под руководством Рамзина создавалось новейшее энергетическое оборудование, проектировались тепловые станции. Его методы расчета котельных установок, теория излучения в топках, работы по теплофикации обеспечили решение топливно-энергетических проблем страны. В частности, результаты исследования позволили эффективно использовать низкосортное топливо. Ученый успешно завершал разработку самой главной своей идеи — прямоточного парового котла высокого давления, способного работать на любом топливе.

Однако директор ВТИ, член Госплана СССР был арестован по «Делу промпар-

тии», сфабрикованному Вышинским и Крыленко, и 7 декабря 1930 г. приговорен к расстрелу. Но все же Л.К.Рамзина «помиловали» десятилетним тюремным сроком и, создав первую в стране «шарашку», обязали политзаключенного продолжать руководить ВТИ.

Испытания опытного образца котла Рамзина в середине 1932 г. показали достаточно высокую паропроизводительность, в том числе и при работе на торфе и дровах. В системе Наркомата тяжелой промышленности было создано ОКБ прямоточного котлостроения, которое возглавил сам изобретатель. В 1933 г. под его руководством был изготовлен промышленный образец паропроизводительностью 200 т/ч с давлением пара 14 МПа.

Котел состоит из поточной камеры призматической формы, где расположена вся трубная поверхность. Вверху агрегата находятся распределительные коробки, в которые входит вода конденсата с температурой 210°C. Отсюда она направляется в подвесные трубы диаметром 70/54 мм. К трубам приварены крышки, на которых и уложены все ряды радиационной части. Над боковыми стенками расположены две другие коробки, в них собирается вода и затем направляется в нижние коллекторы конвекционного экономайзера, состоящего из двух секций — 44 параллельных витка диаметром 30/12 мм.

Ручной дуговой и контактной стыковой сваркой были изготовлены все основные узлы, в том числе: радиационные витки, конвекционные и экономайзерные пакеты из труб с толщиной стенки 6 мм, секции вторичного перегревателя из труб со стенкой толщиной 3 мм. На серийном производстве котлов специализировались заводы «Красный котельщик» (Таганрог), Машиностроительный завод им. Г.К.Орджоникидзе (Подольск), Барнаульский котельный завод и ряд других. В годы Великой Отечественной войны энергетические проблемы кузницы оружия — Урала были решены благодаря рамзинским котлам, и в 1943 г. их создатель был отмечен Сталинской премией 1-й степени. (Кроме того, он был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а к шестидесятилетию, за год до смерти — орденом Ленина).

Идеи Рамзина до настоящего времени актуальны и используются при разработке котлов новых поколений. Конструктивные решения Рамзина оказались в самом русле тенденций научно-технического прогресса — повышение эксплуатационных параметров энергетических установок, в том числе температуры и давления. Именно такой котел, как никакой другой, позволял значительно увеличивать эти показатели. Однако на пути реализации этих возможностей возникли серьезные проблемы. Потребовались специальные стали, технологии сварки, сварочное оборудование и материалы.

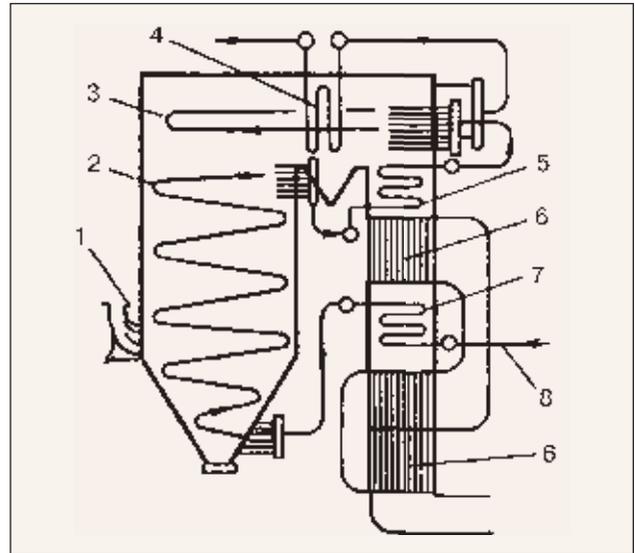
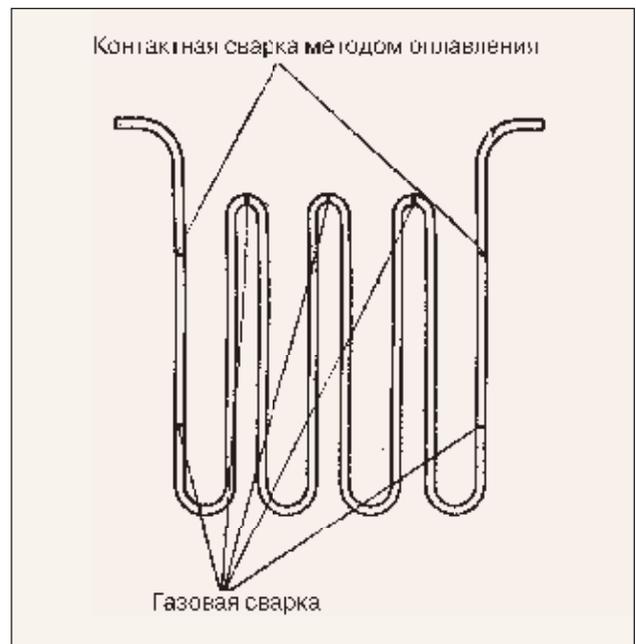


Схема прямоточного котлоагрегата Рамзина докритического давления: 1 — пылеугольная горелка; 2 — НРЧ; 3 — ВРЧ; 4 — конвективная часть первичного пароперегревателя; 5 — переходная зона; 6 — воздухоподогреватель; 7 — водяной экономайзер; 8 — вход питательной воды



Сварные узлы котла Л.К.Рамзина

В 1930-х годах отдельными проблемами сварочного производства как в СССР, так и за рубежом занимались десятки лабораторий и отделов в составе НИИ, КБ, вузов, фирм и корпораций. В какой-то степени результаты исследований и разработок обобщались на конференциях и собраниях обществ и объединений. Однако удовлетворить требования научно-технического прогресса можно было только при комплексном системном поиске соответствующих материалов и технологий. В 1932 г. академик Всеукраинской академии наук известный мостостроитель и руководитель Электросварочной лабора-

тории Евгений Оскарович Патон впервые в мире разработал комплексную программу развития сварочного производства. В начале 1934 г. правительство УССР вынесло решение о создании в составе академии Института электросварки.

Теоретические и экспериментальные исследования проблем прочности сварных соединений, выполненные Е.О. Патоном и его сотрудниками, позволили создать научную базу для проектирования сварных металлоконструкций. Одновременно изучались металлургические и теплоэнергетические процессы, условия кристаллизации сварочной ванны и другие особенности сварки, которые легли в основу нового научного направления — металлургии сварочных процессов. К концу 1930-х годов в Институте электросварки был создан отечественный способ дуговой автоматической сварки под флюсом, в годы войны решена проблема автосварки броневых сталей (см. «Сварщик» №4, 2012), а уже с 1944 г. Е.О.Патон нацелил коллектив института на восстановление промышленности СССР, в том числе на скорейшее восстановление горно-металлургического и энергетического комплексов Украины и на научные исследования, посвященные решению проблем развивающихся и возникающих отраслей производства и областей науки. (До сих пор целенаправленные научные исследования, часто опережающие запросы промышленности, потребности человека, научных и конструкторских учреждений преобладают в деятельности ИЭС им. Е.О.Патона.)

Что касается конкретных проблем теплоэнергетики, в том числе и котлостроения, в ИЭС их начали решать уже в 1944 г. Одной из основных тенденций научно-технического прогресса со второй половины 20-го века стало увеличение параметров режима работы энергетических установок. Естественно, возрастали требования и к материалам узлов котлов. При эксплуатации паропроводов под воздействием различных эксплуатационных факторов (температура, давление пара, время и др.) происходят структурные изменения в металле и ухудшение его механических свойств. Соответственно, возникли проблемы обеспечения необходимого качества сварных соединений.

В программной статье «Сварка в мире будущего» Б.Е. Патон указал основные пути решения проблем: «По мере прогресса в энергетике возрастают требования к надежности в эксплуатации оборудования, что как правило, достигается созданием специальных материалов и технологий изготовления. Со второй половины прошлого столетия значительно возросла доля наукоемких технологий, в том числе, и сварки, наплавки, напыления, пайки. Изготовительные и ремонтные работы заключаются в проведении научно-исследовательских работ по выбору режимов, конструкционных и сварочных материалов с учетом хорошей свариваемости для эф-

фективных способов сварки, совершенствованию и созданию рациональных конструкций свариваемых узлов и др. Все эти факторы связаны между собой и имеют большое значение для безопасности эксплуатации этих ответственных сварных изделий».

В архиве сохранились несколько сотен директорских протоколов и распоряжений, посвященных разработке новых сплавов и технологических приемов, обеспечивающих адекватное высокое качество и требуемые служебные свойства сварных соединений; повышению продолжительности работы и диагностики состояния оборудования, функционирующего при высоких температурах и динамических напряжениях, испытывающего действие коррозионноактивных и радиоактивных сред; обеспечению долговечности теплонапряженных узлов и др. Потребовалось решить множество разнообразных проблем: конструкционных, материаловедческих, технологических, организационно-производственных и др. Что касается задач сварочного производства, то можно выделить пять главных:

- 1) участие в создании новых конструкционных материалов с хорошей свариваемостью;
- 2) совершенствование известных технологий и материалов;
- 3) разработка технологий, основанных на новых источниках энергии;
- 4) создание специальной сварочной аппаратуры;
- 5) участие в разработке новых сварных конструкций.

Выполнением этих задач занимался технологический отдел во главе с А.М.Макарой, конструкторские отделы (П.И. Севбо, В.И. Патон). По мере развития энергетики расширялось число подразделений, занимающихся проблемами сварки специальных сталей, в том числе и для тепловых энергоблоков, и производства их способами специальной металлургии.

Тенденция использования в конструкциях ответственного назначения высокопрочных сталей оставалась актуальной. В 1960–70-х годах на смену конструкционным материалам, обладающим удовлетворительной свариваемостью, приходят теплоустойчивые, жаропрочные и жаростойкие высоколегированные сплавы, в том числе и мартенситно-бейнитные стали с границей текучести до 950 МПа. Основной задачей сварщиков становится обеспечение необходимой работоспособности сварных соединений, от которых зависит надежность и эффективность изделий. Для достижения свойств наплавленного металла, равноценных свойствам основного металла, усилия сварщиков и металлургов направлены на выбор оптимальных систем легирования основного металла и сварочных материалов, модифицирование и измельчение структуры.

Решение вопроса работоспособности металла котлогенераторов и парогенераторов ТЭС на раз-

ных стадиях эксплуатации возможно на основе изучения процессов структурных изменений, происходящих в металле в период его работы.

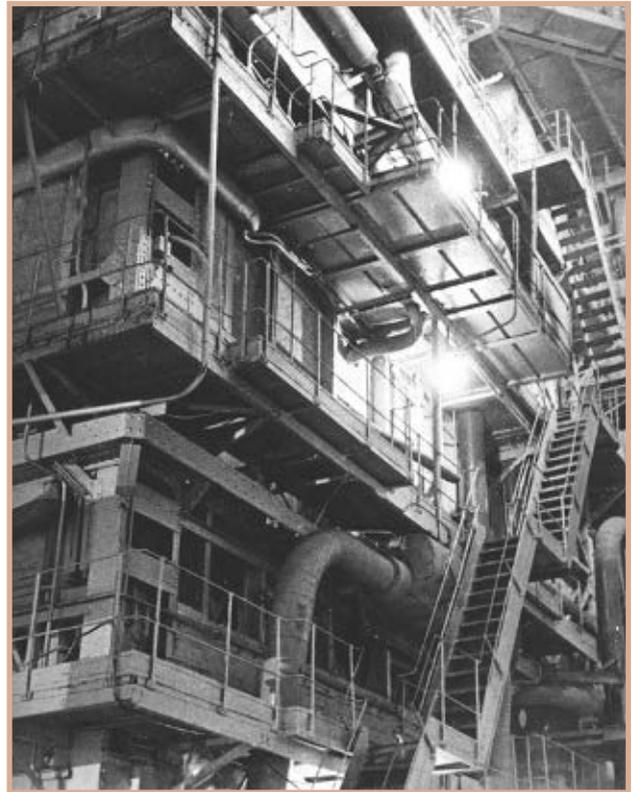
В конце столетия возникла значительная потребность в создании новых сплавов для высокоэффективных газотурбинных двигателей, стационарных энергетических установок, реактивных и ракетных двигателей, эффективность работы которых повышается с ростом температуры. Специалисты материаловедения разработали высоколегированные многокомпонентные жаропрочные суперсплавы на основе интерметаллидов никель-алюминий, титан-алюминий, нетрадиционных интерметаллидов с рутением, ниобием и др. Только на основе железа создано возле 1000 марок специальных сталей.

Проблема сварки узлов котлов решалась в ИЭС им. Е.О.Патона, в ЦНИИТМАШ, в НИКИМТе и ряде других организаций. Для дуговой сварки в защитных газах кольцевых вертикальных швов были разработаны накладные съемные сварочные головки и несколько технологий для сварки труб из различных материалов, с разным диаметром и толщиной стенки.

Теплоустойчивые стали, предназначенные для работы при повышенных температурах (до 500°C), получили название котельных. В большинстве — это стали феррито-перлитного класса, которые после высокого отпуска имеют стабильные свойства при эксплуатации. В качестве легирующих элементов здесь используется хром (3–5%), молибден (до 1%) и ванадий (до 0,5%), что позволяет уменьшить склонность к росту зерна при длительном нагреве. Применение в энергетических установках пара, перегретого до температуры 630°C под давлением свыше 35 МПа, дает заметную экономию энергии. Потребовалось разрабатывать жаростойкие стали, способные работать при высоких температурах под высокой нагрузкой, отвечающие жестким требованиям к криптоустойчивости (ползучести) и прочности.

В ИЭС им. Е.О. Патона для изготовления узлов в энергетическом, атомном и химическом машиностроении из высокопрочной корпусной стали 15Х2МФА в 1993 г. была разработана технология однопроходной электронно-лучевой сварки соединения с предварительно облицованными кромками чистыми сварочными материалами путем электродуговой наплавки (Б.С. Касаткин, А.К. Царюк, В.Ю. Скульский и др.).

В последнее время исследованы новые марки теплоустойчивых конструкционных сталей с повышенным содержанием (9–12%) хрома для работы изделий при сверхкритических (620–630°C) параметрах пара, в том числе проанализировано влияние легирования на фазовый состав, коррозионную стойкость, процессы при старении, длительную прочность и свариваемость сталей.



Первый советский прямоточный котел высокого давления (140 атмосфер). Разработан Л.К. Рамзиным (1931), был впервые введен в действие в 1933 г. на ТЭЦ-9 Мосэнерго (фото МИРМЭ, 1933)

За рубежом при сооружении электростанций, работающих на ископаемом топливе, широко внедряют новые мартенситные стали, работающие при температурах более 620°C. В странах Западной Европы это сталь E911 (1.4905, {11 Cr Mo W V Nb9-1-1}), содержащая 9% Cr, 1% Mo и 1% W, в Японии и США — сталь NF 616, в США — сталь P92, содержащие 9% Cr, 0,5% Mo, 2% W. Для ряда видов сварки сталей этого типа разработаны присадочные материалы того же состава, что и основной металл. В частности, для вварки под флюсом труб в трубные доски бойлеров выпускают порошковую проволоку с флюсовым наполнителем UB305, предназначенным для сварки обычных сталей типа 15Mo3.

Следует отметить, что проблемой глобального масштаба является критический возраст оборудования электростанций, работающих на ископаемом топливе. В промышленно развитых странах большинство действующих станций были запущены в 1950–60-х годах, а опыт показывает, что более половины всех энергоблоков выходит из строя по истечении 50 лет. Поскольку замена поврежденных узлов считается недостаточно эффективным решением проблемы, зарубежные энергетические компании считают целесообразным ремонтировать оборудование, применяя сварочные технологии.

● #665

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: **119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19, «Сварщик в России».**

589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2013 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 2013 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 руб.

Прогрессивная система скидок

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

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

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

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

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



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 НИИ-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 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



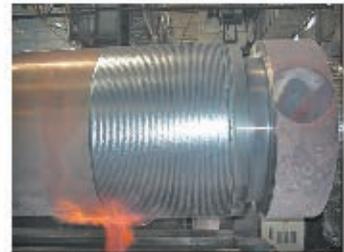
Представители:

ООО «ТМ.Велтеко»
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.Литойная, 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

ВНИМАНИЕ!

Компания RYWAL RHC ищет директора
отделения в России

Просим отправлять ваше резюме
на наш электронный адрес:
jaroslaw.babik@rywal.com.pl
mobile: +48 723 975 016



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

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