

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА МАРКИ «НОРД-С»®

Самая совершенная, эффективная и безопасная газорезательная техника в России
- проверено и подтверждено многолетним опытом практической работы.



СДЕЛАНО В РОССИИ

РУЧНОЙ ГАЗОВЫЙ РЕЗАК

ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ
МАРКИ «НОРД-С»®

**ВЫБОР
УГЛА НАКЛОНА
90°, 110°, 180°**

модернизированной
головки с коническим
смесителем и мундштуком

**МОНОБЛОЧНАЯ
РУКОЯТКА**
надежность
и долговечность

- повышенная взрывобезопасность и долговечность
- повышенная чистота реза (отсутствие нагара и наплывов)
- умеренная ширина реза (2-3 мм)
- высокая экономичность (экономия горючего газа и кислорода на 30-40%)
- универсальность (эффективная работа на любой горючей смеси кислорода с ацетиленом, пропан-бутаном, природным газом и т.д.)
- ремонтпригодность

Длина рабочего инструмента резака

стандартный	535 мм
укороченный	455 мм
удлинённый	800 мм
длинный	1000 мм

материал корпуса
редуктора
ЛАТУНЬ

Рекомендуем использовать резак
в комплекте с редуктором «НОРД-С»®

Характеристики редуктора,
наибольшие значения

Модификации редукторов «НОРД-С»®

пропановый БПО-5-3

ацетиленовый БАО-5-3

кислородный БКО-50-3

пропускная способность, м³/ч

5

5

50

давление газа на входе, МПа

2,5

2,5

25

рабочее давление, МПа

0,3

0,15

1,25

габариты, мм

160x130x100

210x130x100

150x120x100



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 80-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», книг и брошюр по сварке и родственным технологиям.

4 (50) 2014

июль–август

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

Подписной индекс **20994**

в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс **K0103** в каталоге российской
прессы «Почта России» — персональная подписка

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

в России

4–2014

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 6



Производственный опыт

Резаки серии SR для переносных и шарнирных
газорезательных машин. *В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко,
С. А. Чумак, С. Л. Зеленский, В. А. Белинский, С. Л. Василенко,
Т. Б. Золотопупова, Т. В. Литвинова* 8

Трубо сварочное оборудование для изготовления труб
из меди и ее сплавов. *В. А. Васильев* 13



Наши консультации 16

Технологии и оборудование

Электронный справочник для разработки технологии
контактной точечной сварки. *П. М. Руденко, В. С. Гавриш* 20

Высокотехнологичные решения в прецизионной
орбитальной сварке труб от компании «ДельтаСвар».
А. М. Ермолин 22

Основы разработки технологии сварки плавлением.
2. Приемы сварки. *Г. И. Лащенко* 24

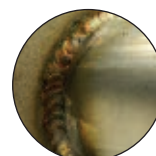
Импульсно-плазменное модифицирование рабочей
поверхности инструмента из быстрорежущей стали.
*Ю. Н. Тюрин, Л. И. Маркашова, О. В. Колисниченко,
И. В. Дуда, М. Л. Валевиц, Д. Г. Богачев* 30

Влияние вида материала и технологии распыления
на строение плазменной струи и величину ее давления
на подложку. *О. Г. Быковский, А. Н. Лаптева,
А. В. Фоменко, А. В. Чечет* 33

Сварка чугуна изделий ответственного назначения.
Из опыта Уралмашзавода. *В. И. Панов* 36

Применение биметаллических электродов для контактных
сварочных машин. *В. А. Аношин, В. М. Илюшенко* 40

Зарубежные коллеги 42



Выставки и конференции

В поисках инноваций: «Сварка 2014» 44



News of technique and technologies 6

Production experience

The cutting torches of a series SR for portable and sphere gas-cutting machines. *V. M. Litvinov, Yu. N. Lisenko, S. A. Chumak, S. L. Zelenskiy, V. A. Belinskiy, S. L. Vasilenko, T. B. Zolotopupova, T. V. Litvinova* 8

Welded-pipe equipment for manufacturing pipes from copper and its alloys. *V. A. Vasil'ev* 14

Our consultations 16

Technologies and equipment

The electronic directory for development of technology contact dot welding. *P. M. Rudenko, V. S. Gavrish* 20

High-technology decision in precision orbital welding of pipes from the company DeltaSvar. *A. M. Ermolin* 22

Bases of development of technology of fusion welding. 2. Receptions of welding. *G. I. Lashchenko* 24

Impulse-plasma modifying of a working surface of the tool from high-speed steel. *Yu. N. Tyurin, L. I. Markashova, O. V. Kolisnichenko, I. V. Duda, M. L. Valevich, D. G. Bogachev* 30

Influence of a kind of a material and technology of dispersion on a structure of a plasma jet and size of its pressure on a substrate. *O. G. Bikovskiy, A. N. Lapteva, A. V. Fomenko, A. V. Chechet* 33

Welding of pig-iron products of high-duty production. From experience Uralmashzavod. *V. I. Panov* 36

Application bimetallic electrodes for contact welding machines. *V. A. Anoshin, V. M. Il'ushenko* 40

The foreign colleagues 42

Exhibitions and conferences

In searches of innovations: Welding 2014 44

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 О. А. Трофимец

Верстка и дизайн В. П. Семенов

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

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. Переписки с читателями — только на страницах журнала.

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

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2014

Подписано в печать 17.06.2014. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC.

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

Заказ № П000010527 от 08.08.2014.

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

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8014

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

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

Подписной индекс 20994
в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс K0103
в каталоге российской прессы
«Почта России» —
персональная подписка

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Резаки серии SR для качественной кислородной резки с помощью переносных и шарнирных газорезательных машин

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

Описан разработанный авторами газокислородный резак РГКМ-1-SR для переносных и шарнирных машин, позволяющий повысить качество поверхности реза и улучшить технико-экономические показатели процесса резки. Приведены основные конструктивные отличия резака, его характеристики, результаты промышленных испытаний.

Трубопаярное оборудование для изготовления труб из меди и ее сплавов

В. А. Васильев

Описано основное принципиальное решение, принятое за основу при создании станков типа АДСТ — неприводная формовка трубной заготовки. Рассмотрены разработанные и внедренные различные способы холодной деформации сварной заготовки, холодная прокатка сварной трубной заготовки, в частности на станках роликовой прокатки.

Электронный справочник для разработки технологии контактной точечной сварки

П. М. Руденко, В. С. Гавриш

Описан электронный справочник в виде компьютерной программы для разработки технологии контактной точечной и шовной сварки изделий из низкоуглеродистой стали с разными видами покрытий на основе цинка, алюминия и свинца с толщиной листа от 0,4 до 3 мм. В справочнике использованы материалы Международного института сварки, зарубежные руководства по сварке и собственные исследования ИЭС им. Е. О. Патона.

Основы разработки технологии сварки плавлением. 2. Приемы сварки

Г. И. Лащенко

Описаны приемы, используемые для улучшения формирования и качества швов. Приемы систематизированы по способу сварки и достигаемому эффекту. Рассмотрены параметры режимов процесса при дуговой, лазерной, газовой и электронно-лучевой сварке для приемлемого формирования швов.

Импульсно-плазменное модифицирование рабочей поверхности инструмента из быстрорежущей стали

Ю. Н. Тюрин, Л. И. Маркашова, О. В. Колисниченко, И. В. Дуда, М. Л. Велевич, Д. Г. Богачев

Описан разработанный в ИЭС им. Е. О. Патона комплекс оборудования для импульсно-плазменной обработки рабочих поверхностей деталей машин и инструмента. Рассмотрен принцип работы генератора плазмы, основанный на разряде индуктивно-емкостного накопителя энергии через продукты детонационного сгорания горючих газовых смесей в коаксиальном межэлектродном зазоре плазматрона. Приведены результаты исследования структуры и свойств поверхностного слоя на образцах из быстрорежущей стали Р6М5, подвергнутых закалке и отпуску.

Сварка чугунов изделий ответственного назначения. Из опыта Уралмашзавода

В. И. Панов

На основе опыта Уралмашзавода описаны такие виды сварки чугуна, как горячая, полугорячая, холодная. Приведены примеры сварки чугунов изложниц, крышки подшипника, люнета токарного станка, крышки редуктора, устранения сквозной трещины и др.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Основы разработки технологии сварки плавлением.

3. Отправные моменты

Г. И. Лащенко

Освещены главные аспекты при разработке технологии сварки. Описаны область применения и требования, предъявляемые к сварным изделиям, применяемые конструкционные материалы, способы сварки и объем выпуска сварных изделий. Рассмотрены взаимосвязь технологии сварки с до-сварочными и послесварочными операциями. Обозначена роль оснащения производства необходимым оборудованием и укомплектованности квалифицированными кадрами.

Ударная конденсаторная сварка выводов приборов

Д. М. Калек

Рассмотрены разработанные в Институте электросварки им. Е. О. Патона технологические приемы ударной конденсаторной сварки (УКС). Описаны достоинства УКС. Выделены вопросы приварки медного вывода к никелированной поверхности томпаковой детали, приварки никелевых выводов к корпусам приборов, приварки медного вывода к деталям из меди и других металлов.

Горелки для разогрева сталеразливочных ковшей различной грузоподъемности

В. М. Литвинов, С. А. Чумак, К. П. Шаповалов, С. Л. Зеленский, В. А. Белинский, С. Л. Василенко, В. А. Олейник, Т. Б. Золотопупова

Рассмотрено решение задачи адаптации к цеховым условиям и модернизации горелки для предварительного разогрева сталеразливочных ковшей и подогрева изложниц с целью повышения эффективности операций нагрева. Даны стандартные режимы разогрева огнеупорной футеровки сталеразливочных ковшей различной грузоподъемности и сравнительные характеристики горелок для разогрева сталеразливочных ковшей.

Основные информационные аспекты стандарта ISO 14001

О. Г. Левченко, Ю. О. Полукаров

Рассмотрена актуальная проблема внедрения стандарта ISO 14001. Приведены примеры его успешного применения в зарубежных странах. Приведены история документа, его основные положения, аспекты экологической политики, цели, задачи и ресурсы.

Аппарат Powermax125 для плазменной резки

Powermax125 представляет собой мощную и эффективную систему воздушно-плазменной резки. Система обеспечивает резку металлов толщиной до 57 мм со скоростью 125 мм/мин. 100 %-ный рабочий цикл и надежность системы Powermax позволяют выполнять сложные задачи по резке и строжке (скорость съема металла 12,52 кг/ч, профиль кромки 4,3–7,9 мм (Г) × 6,1–9,9 мм (Ш)).



Таблица 1. Производительность резки в зависимости от толщины материала и скорости резки

Производительность	Толщина, мм	Скорость резки, мм/мин
Рекомендуемая	38	457
Предельная (ручная резка)	44 57	250 125

Прожог*

25

* Номинальная толщина прожога для ручной резки или при использовании автоматической системы регулировки высоты резака.

Таблица 2. Производственная технологическая карта резки

Материал	Толщина, мм	Скорость резки, мм/мин
Низкоуглеродистая сталь	6	5960
	12	2510
	20	1140
	25	780
Нержавеющая сталь	6	7690
	8	5550
	12	2710
	20	1030
Алюминий	6	8560
	12	3070
	20	1500
	25	1050

Примечания. 1. Сила тока 125 А. 2. Данные о технологической скорости резки получены при тестировании в лаборатории компании Hypertherm. Технологические скорости составляют около 80 % от максимальных значений. Для получения оптимального качества фактические значения скорости резки могут отличаться в зависимости от особенностей выполняемой резки.

В комплект системы входят новые резаки Duramax Nuamp различной конфигурации. Благодаря этому систему можно использовать при ручной резке, автоматической резке в портативном варианте, резке с использованием координатного стола, а также роботизированной резке и строжке. Технология Smart Sense™ автоматически корректирует давление газа в зависимости от режима резки и длины провода резака. Она также определяет окончание срока службы электрода, автоматически отключая питание резака во избежание возможного повреждения других дета-

лей или заготовки. В табл. 1 и 2 приведены технические данные и технология резки.

● #788

Компания Svarcom (Киев)

В ОАО «БМК» освоена новая технология изготовления сварочной проволоки

На Белорецком металлургическом комбинате, входящем в Группу «Мечел», освоена технология изготовления нового вида продукции — сварочной проволоки марки Св-10Г1СН, позволяющей улучшить механические свойства сварного шва.

Технология производства проволоки Св-10Г1СН диаметрами 1,20 и 1,60 мм разработана специалистами ОАО «БМК» с учетом климатических особенностей эксплуатации в России и обеспечивает высокую ударную вязкость наплавленного металла при низких температурах до –60 °С. Механические свойства сварного шва, выполненного проволокой сплошного сечения Св-10Г1СН близки к свойствам сварного шва, выполненного порошковой проволокой POWER BRIDGE, но при этом издержки производства белорецкой продукции ниже.

Новая сварочная проволока предназначена для сварки низколегированных конструкционных сталей в среде

защитных газовых смесей типа М21 (82 % Ar + 18 % CO₂) и в углекислом газе во всех пространственных положениях при монтаже и ремонте конструкций и оборудования, используемого в горнодобывающей, энергетической, строительной, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности. Проволока омедненная, светлая и со специальным покрытием. Для удобства потребителей сварочная проволока поставляется в кассетах типа К300 и D300 (массой 15–18 кг), К200 и D200 (массой 5 кг), а также в мотках массой до 80 кг.

Проволока Св-10Г1СН успешно прошла испытания на предприятиях группы «Мечел», работающих в условиях Крайнего Севера.

● #789

www.rusmet.ru



Инверторный аппарат для ручной дуговой сварки Marrior 500i CC/CV

Новая разработка фирмы ESAB аппарат Marrior 500i CC/CV предназначен для механизированной сварки в среде защитных газов, сварки порошковой проволокой, ручной дуговой сварки покрытым электродом, аргонодуговой сварки, а также дуговой строжки. Аппарат экономичен, прост в использовании. Отличается высокой производительностью, обеспечивает ровную стабильную дугу. Совместим для работы с генератором. Для подачи проволоки используется четырехроликовый механизм.

Инвертор Marrior 500i CC/CV предназначен для ММА, MIG/MAG и TIG сварки, а также для воздушно-дуговой строжки.

Механизм подачи проволоки Marrior Feed 304 дает те же преимущества, что и источник Marrior: функциональность, прочность, долговечность и хорошие рабочие характеристики. Удобные в использовании средства управления механизмом (дистанционная регулировка напряжения, продувка газа, протяжка проволоки, скорость подачи проволоки, предохранитель спускового механизма и медленный запуск) упрощают процесс настройки. Солнцезащитный дисплей позволяет контролировать настройки аппарата при любой погоде и практически под любым углом.

● #790

НТЦ «Промавтосварка» (Киев)

Техническая характеристика

Входное трехфазное напряжение (50/60 Гц), В	380
Сила тока при ПВ, А:	
100 %	400
60 %	500
КПД при максимальной силе тока, %	88
Коэффициент мощности при максимальной силе тока	0,92
Класс защиты корпуса	IP ₂₃
Масса, кг	52

Открытие AWL China

В апреле 2014 г. состоялось открытие компании AWL Automation Welding and Cutting Equipment (Wuxi) Co., Ltd. На состоявшейся церемонии открытия присутствовало свыше 100 приглашенных лиц. Им была предоставлена возможность лично посетить компанию и убедиться в высоких стандартах филиала AWL в китайском городе Уси.

Бранд ван хэт Хов, технический директор AWL-Techniek рассказывает: «Открытие AWL China стало еще одним важным шагом в поддержании нашими клиентами первенства в сфере автоматических сварочных процессов. Сейчас, когда все большее количество автомобилей производится на единых производственных платформах, мы сможем в полной мере удовлетворять все пожелания наших заказчиков на всей территории северного полушария».

Торжественное открытие началось с официальной встречи представителей государственных структур Китая и Нидерландов с членами совета директоров AWL. Гостям была предоставлена возможность ознакомиться с выставленными в цехах

демонстрационными образцами компаний ABB, Fanuc и Trumpf.

Г-н Жанки Гуо, генеральный директор AWL China резюмирует: «Открытие филиала явилось огромным успехом. Наши клиенты, поставщики, партнеры, коллеги и акционеры смогли увидеть то, что мы реализовали в Китае: компанию AWL с таким же «набором ДНК», ценностей и ориентиров. В центре нашего внимания — качество, надежность, оперативность и гарантия своевременного и в рамках оговоренного бюджета удовлетворения всех пожеланий заказчика. Благодаря нашему заинтересованному в деле и увлеченному персоналу, а также поддержке наших европейских коллег мы сможем расти и вносить собственный вклад в реализацию общей корпоративной стратегии».

Китайский филиал AWL расположился на 2500 кв. м и оснащен всем необходимым для реализации проектов с высоким уровнем сложности. Команда китайского филиала способна оказывать поддержку таким проектам, начиная с фазы строительства до передачи оборудования и послепродажного обслуживания.

● #791

Резаки серии SR для переносных и шарнирных газорезательных машин

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

В настоящее время на ПАО «НКМЗ» для резки листового металлопроката широко используют машины газокислородной резки с числовым программным управлением, которые полностью обеспечивают потребности завода. Однако для фигурной вырезки малых партий деталей небольших размеров используют шарнирные машины АСП-70 с магнитоконтрольным устройством для кислородной резки. Для прямолинейной резки листа и для снятия фасок под сварку как на раскройных столах, так и на монтажной площадке используют пятнадцать переносных машин типа «Радуга». Все это оборудование укомплектовано машинными газокислородными резаками типа РМ-2 или более поздними их вариантами, которые по своим техническим характеристикам и габаритным размерам аналогичны.

Для подготовки кромок под сварку вертикальных швов и для подгонки деталей при монтаже используют переносные газорезающие полуавтоматы ЦИС-1148 для работы во всех пространственных положениях. Эти машины перемещаются вдоль обрабатываемой кромки по гибкой направляющей, которая крепится к корпусной конструкции на постоянных магнитах.

С точки зрения качества поверхности реза резаки РМ-2 и их аналоги имеют следующие недостатки:

1. Мощный факел подогревающего пламени, оптимальный для толщины листа 100 мм, но явно избыточный для листа толщиной 10 или 20 мм.

2. Пламя науглероживающее с избытком горючего газа, поэтому температура по длине его факела низкая. Участок с температурой выше 2000 °С короткий.

3. Большое пятно нагрева листа.

4. Лист в струе кислорода долго нагревается до температуры воспламенения.

5. В диапазоне толщин 5–100 мм резак имеет всего три сменных внутренних мундштука, поэтому необходимое для данной толщины листа количество режущего кислорода обеспечивается повышением его давления.

Поверхность реза, выполненная резаками РМ-2, имеет следующие признаки:

- повышенную ширину реза и большую зону термического влияния вследствие большого пятна нагрева;
- повышенное оплавление верхней кромки реза на листах малых толщин вследствие использования факела большей мощности, чем нужно;
- ширина реза на нижней кромке листа больше, чем ширина реза на верхней кромке листа. Это объясняется тем, что давление на входе в режущий канал внутреннего мундштука значительно выше критического давления и угол раскрытия режущей струи кислорода значительный.

Авторским коллективом настоящей статьи был разработан газокислородный резак РГКМ-1-SR для переносных и шарнирных машин, позволяющий повысить качество поверхности реза и улучшить технико-экономические показатели процесса резки. Были также проведены масштабные эксперименты в цехах металлоконструкций ПАО «НКМЗ» по определению преимуществ данного резака по сравнению с использовавшимся ранее резаком РМ-2.

Основные конструктивные отличия резака РГКМ-1-SR от использовавшегося ранее резака РМ-2 сосредоточены во внутреннем мундштуке 1 и наружном мундштуке 2 (рис. 1). Остальные детали этих резаков взаимозаменяемы.

В резаке РМ-2 рабочая полость между внутренним и наружным мундштуками разбита на два участка: коллектор, в котором поток газовой смеси равномерно перераспределяется по окружности коаксиально каналу для режущего кислорода, и выходные каналы (кольцевая щель или отверстия различной конфигурации), расположенные вокруг канала для режущего кислорода, в которых поток газокислородной смеси разгоняется до скорости, близкой к скорости горения этой смеси. Разогнать

поток до более высоких скоростей не представляется возможным, так как нарушается главное условие стабильной работы резака РМ-2: скорость истечения горючей смеси должна быть близка к скорости ее горения, иначе пламя оторвет от резака.

В резке РГКМ-1-SR рабочая полость между внутренним и наружным мундштуками разбита на четыре участка:

1-й — коллектор, в котором поток газовой смеси равномерно перераспределяется по окружности, в центре которой находится канал для режущего кислорода;

2-й — разгонный участок с коаксиально расположенными шлицами, в которых поток газокислородной смеси разгоняется до скорости, значительно превышающей скорость горения этой смеси;

3-й — участок в виде радиальной кольцевой щели, которую центральная часть выходящих из шлицевых каналов струй «проскакивает», сохраняя свою высокую скорость, а периферийная часть этих струй тормозится до скорости, близкой к скорости горения газокислородной смеси;

4-й — участок с конически сужающимся кольцевым выходным каналом, который собирает расположенные через один потоки с высокой и низкой скоростью и фокусирует их в одной точке вне резака.

Благодаря такому техническому решению резак РГКМ-1-SR работает стабильно, а его факел имеет высокую температуру на большей части своей длины (рис. 2).

Техническое решение, использованное в резке РГКМ-1-SR, защищено Патентом Украины № 29654 от 25.01.2008 г. Кл. В23 К 7/00, F23D 14/02.

Еще одна особенность резака РГКМ-1-SR заключается в том, что весь диапазон разрезаемых толщин листа от 3 до 100 мм разбит на восемь участков, для каждого из которых рассчитана своя система сопел, как показано на рис. 3, в.

Каждая из восьми систем сопел имеет свою оптимальную мощность пламени, давление кислорода для всех сопел одинаковое, близкое к критическому, т. е. поток режущей струи разгоняется до скорости звука без значительного расширения этого потока.

На рис. 3, а приведены зависимости разрежения в канале горючего газа резака РГКМ-1-SR от давления подогревающего кислорода, из которых видно, что все сопла

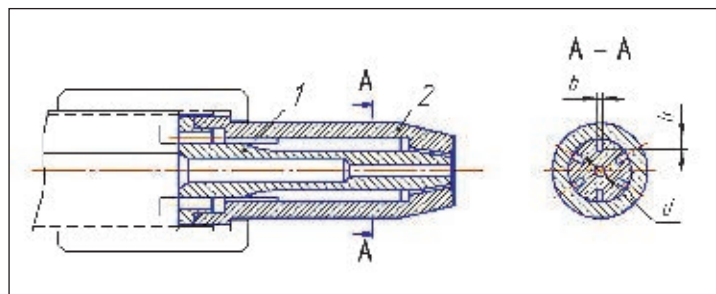


Рис. 1. Газокислородный резак РГКМ-1-SR

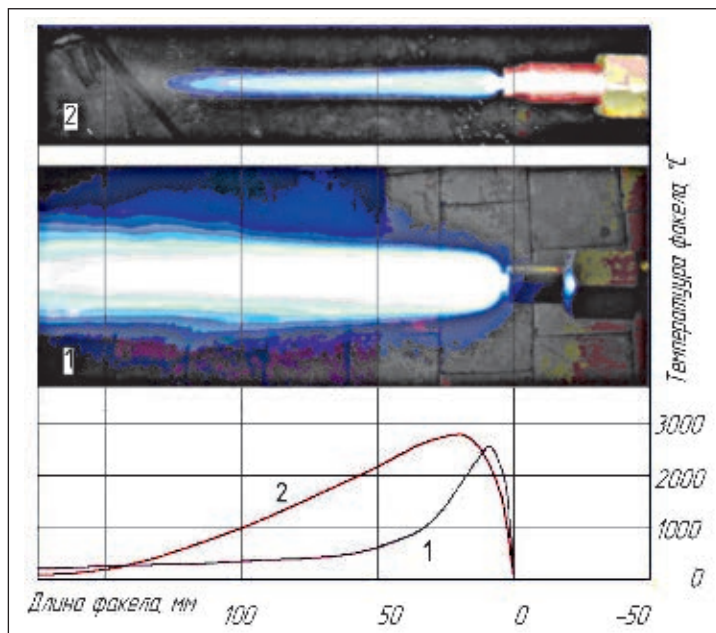


Рис. 2. Внешний вид факела резака в одном масштабе: 1 — резак РМ-2; 2 — резак РГКМ-1-SR. Внизу — графики распределения температуры по длине факела обоих резаков

обеспечивают инжекцию резака в безопасном интервале. Показаны также зависимости падения разрежения для различных сопел этого резака от давления подогревающего кислорода (3, б), из которых видно, что горючая смесь разгоняется в мундштуках до значительных величин.

Эффективность подогревающего пламени резака РМ-2 и резака РГКМ-1-SR сравнивали по времени нагрева эталонного образца (лист 4×300×500) до температуры 800 °С и по размеру пятна нагрева при достижении этой температуры с обратной стороны листа.

Для проведения экспериментов в ЦЗЛ завода был собран стенд. Результаты экспериментов представлены в номограммах (рис. 4).

Опытно-промышленные испытания резаков РГКМ-1-SR и РМ-2 на шарнирных машинах с магнитокопировальным устройством для кислородной резки АСШ-70 (рис. 5) и переносной полуавтоматической машине «Радуга» (рис. 6, 7) в цехах завода подтвердили результаты экспериментов и позволили сделать следующие выводы:

- уменьшились ширина реза и зона термического влияния вследствие уменьшения пятна нагрева;

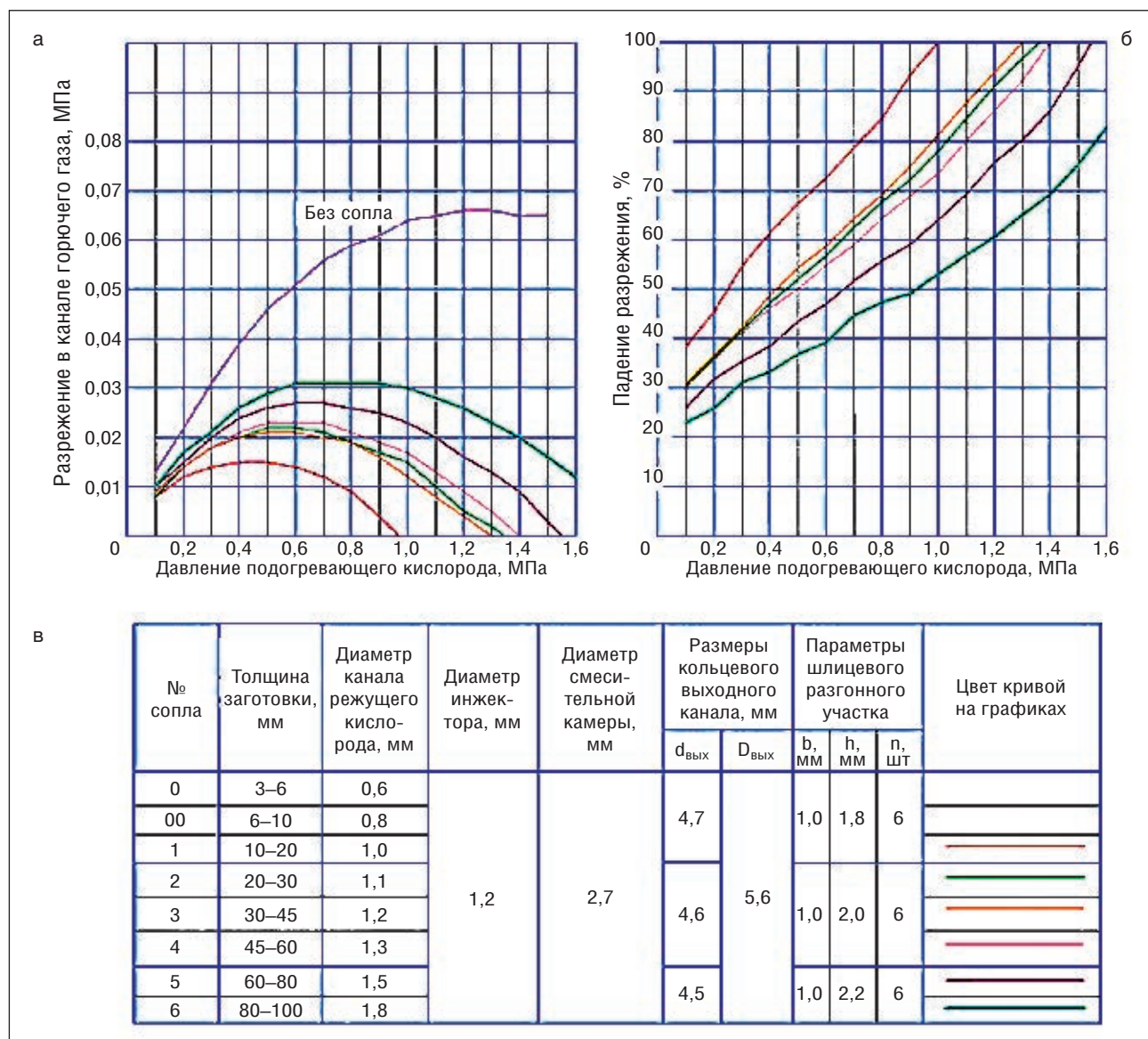
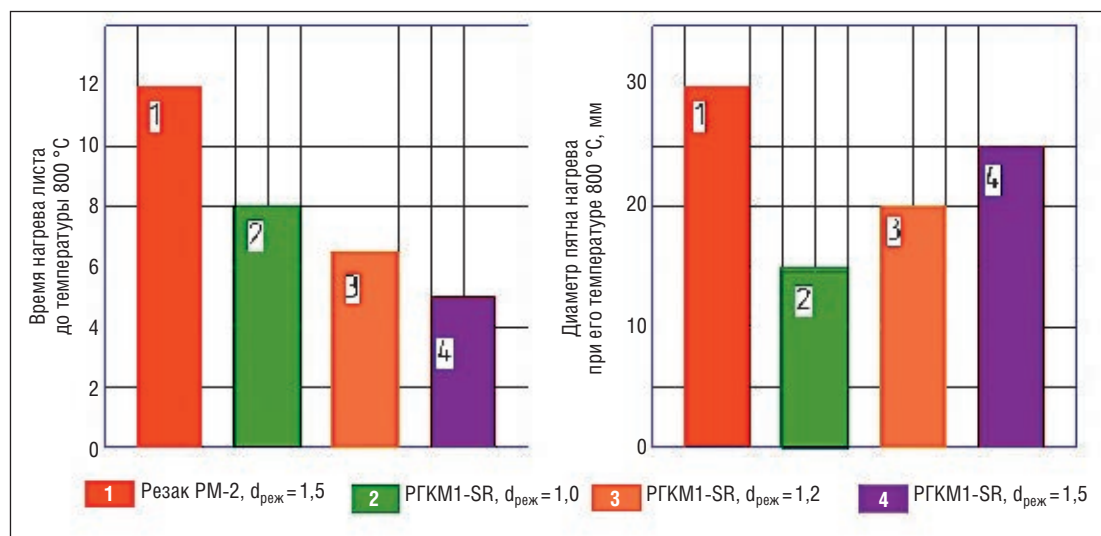


Рис. 3. Резак РГКМ-1-SR: а — зависимость разрежения в газовом канале от давления подогревающего кислорода для различных сопел; б — зависимость падения разрежения от давления подогревающего кислорода для различных сопел; в — параметры сменных сопел резака

Рис. 4. Сравнение времени нагрева листа до заданной температуры и размера пятна нагрева при этой температуре для резаков РМ-2 (1) и РГКМ-1-SR (2–4)



- уменьшилось оплавление верхней кромки реза на листах всех толщин;
- ширина реза на нижней кромке равна ширине реза на верхней кромке.

На рис. 5 хорошо видно, что пятно нагрева у резака РГКМ-1-SR в несколько раз меньше, чем у резака РМ-2, корона отраженного пламени меньше, пятно нагрева ярче, удаляемый из полости реза шлак имеет более высокую температуру, так как он ярче. Цвета побежалости на нижней поверхности вырезанной детали имеют незначительную ширину, что говорит о малом участке зоны термического влияния.

В цехе на специальном стенде с помощью резака РГКМ-1-SR выполнили V-образную разделку кромок под сварку (рис. 6) и X-образную разделку кромок под сварку (рис. 7).

Для снятия фасок под сварку при перемещении горизонтально ориентированного газокислородного резака сверху вниз или наоборот используют переносные газорезающие аппараты ЦИС-1148 для обрезки припусков и скоса кромок под сварку во всех пространственных положениях плоских и прямолинейных конструкций. Однако применять их без последующей модернизации для резки листов толщиной более 60 мм не представляется возможным по следующим причинам:

- машины укомплектованы резаками с максимальной разрезаемой толщиной листа 60 мм, что гораздо меньше необходимой толщины 100 мм;
- при увеличении мощности резака для изменения разрезаемой толщины с 60 мм до 100 мм происходит нагрев ходовой тележки машины.

Авторским коллективом был разработан машинный резак РГКМ-2-SR, согласованный с машиной ЦИС-1148, испытания которого выявили следующие преимущества:

- высокую точность установки резака в машине, ось режущей струи кислорода строго совпадает с осью корпуса резака;
- высокую чистоту поверхности реза при резке во всем диапазоне толщин заготовки, указанном в паспорте резака;



Рис. 5. Одновременная вырезка деталей из листа толщиной 16 мм. Резак РМ-2 установлен на штанге машины АСШ-70 слева, резак РГКМ-1-SR — справа: а — факелы сравниваемых резаков; б — врезание; в — резка; г — вырезанные детали

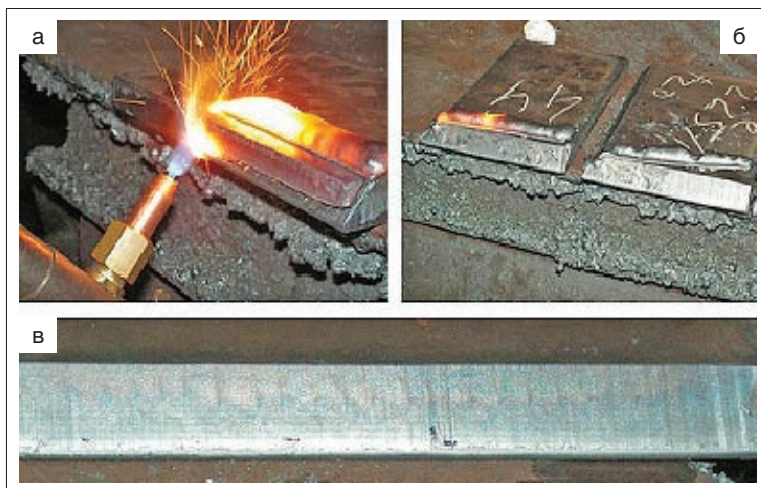


Рис. 6. Односторонняя подготовка кромок под сварку листа толщиной 30 мм с помощью резака РГКМ-1-SR на переносной машине «Радуга» (а), поверхность реза (б, в).

Таблица. Характеристика резаков ЦИС Лилипут и РГКМ-2-SR для подготовки кромок под сварку

Параметр	Резак для вертикальной резки	
	ЦИС Лилипут (Halle)	РГКМ-2-SR (Краматорск)
Толщина разрезаемого металла, мм	5–60	5–60–100
Род горючего газа	Природный газ	Природный газ
Давление, МПа: кислорода горючего газа	0,8 0,08	0,6 0,06
Расход, м³/ч: кислорода горючего газа	2,3–9,2 0,78–1,1	2,1–8,3–14,3 0,7–1,0–1,3
Скорость резки вертикальных резов, мм/мин	480–220	540–250–200

- высокую скорость резки при сопоставимом расходе энергоносителей по отношению к справочным данным.

Головка резака с мундштуком и задний коллектор с инжектором, смесительной камерой и присоединительными штуцерами выполнены в одном корпусе без присоединительных труб. Почти полностью отсутствуют паяные соединения. Массивный корпус хорошо отводит теплоту. Резак долговечен. Удачным является исполнение инжектора, который совмещен со штуцером для подвода подогревающего кислорода.

Сравнительные испытания различных резаков в лабораторных условиях и отработка режимов позволили выявить оптимальные характеристики резаков (*таблица*).

Промышленные испытания резака РГКМ-2-SR для вертикальной резки были проведены на монтажной площадке механосборочного цеха при снятии фасок под сварку секций конического барабана шахтоподъемной машины (*рис. 8*). Толщина листа в месте реза 40 мм.

Внедрение резака РГКМ-2-SR для вертикальной резки расширило диапазон обрабатываемых толщин листа переносными машинами ЦИС-1148 с 60 до 100 мм.

Внедрение модернизированной машины ЦИС-1148 с резаком РГКМ-2-SR повысило надежность вертикальной кислородной резки при снятии фасок под сварку и ее производительность.

Получаемое с применением нового оборудования качество поверхности реза позволяет работать на нулевых припусках и в некоторых случаях обходиться без последующей механической обработки поверхности реза перед сваркой.

• #792



Рис. 7. Двусторонняя подготовка кромок под сварку листа толщиной 40 мм с помощью резака РГКМ-1-SR на переносной машине «Радуга» (а–в), поверхность реза (г)



Рис. 8. Разделка кромок под сварку секций барабана шахтоподъемной машины на монтажной площадке с помощью резака РГКМ-2-SR: а — барабан, подготовленный к резке, б — резка; в — поверхность реза

Труbosварочное оборудование для изготовления труб из меди и ее сплавов

В. А. Васильев, ОАО «Институт Цветметобработка» (Москва)

Трубы из меди и ее сплавов с тонкими и особо тонкими стенками широко используют при изготовлении приборов, машин и агрегатов различного назначения, бытовой техники (более 60% от объема выпуска), а в последнее время и в жилищном строительстве.

Современные тенденции по миниатюризации техники, повышению ее эффективности и экономии материальных и энергетических ресурсов увеличивают спрос на трубы малых диаметров с тонкими стенками, предъявляют дополнительные требования к точности размеров труб и физико-механическим эксплуатационным свойствам.

Медные трубы для бытовой техники выпускают диаметром от 6 до 30 мм с толщиной стенки от 0,25 до 1,0 мм, как правило, в бухтах с упорядоченной намоткой на транспортных и размоточных катушках.

Трубы из латуней и сложных сплавов для производства приборов и средств автоматики имеют наружный диаметр 5–40 мм и толщину стенки 0,05–0,50 мм.

Для освоения разработанных технологий по производству тонкостенных и особо тонкостенных

труб на основе сварной заготовки в ОАО «Институт Цветметобработка» было разработано труbosварочное оборудование и освоено его промышленное производство. Этим оборудованием были оснащены отечественные заводы по обработке цветных металлов и аналогичные предприятия за рубежом (Сербия, Бразилия, КНР, Германия, Чехия и другие страны).

Основное принципиальное решение, принятое за основу при создании станов типа АДСТ, — неприводная формовка трубной заготовки. Такое решение позволило разработать простые конструкции формовочных клеток и осуществить формовку ленточной заготовки по принципу «в зазор». Принятая схема (рис. 1) позволяет выполнить формовку с задним натяжением и тем самым уменьшить гофрообразование, повысить стабильность формовки и процесса сварки. Формовочные клетки снабжены устройствами для осевой и радиальной регулировки валков, причем конструкция осевой регулировки позволяет осуществить ее при работающем стане.

Для получения в процессе сварки оптимальных для дальнейшей обработки трубной заготовки па-

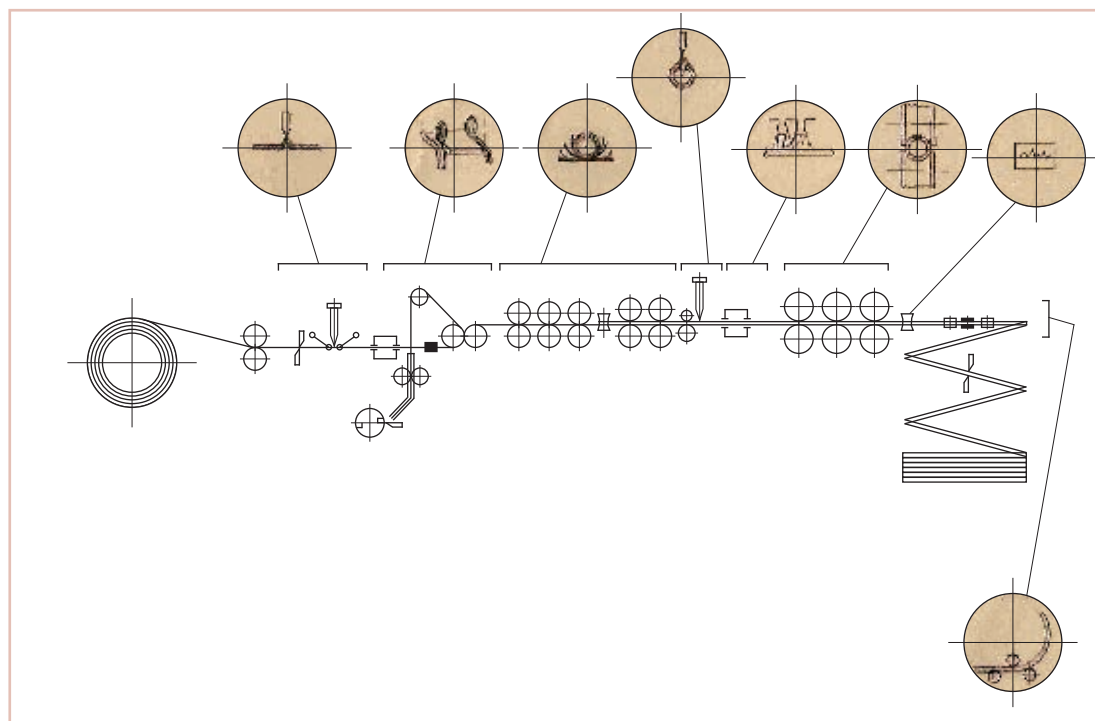


Рис. 1. По-
операционная
схема форм-
овки свар-
ной трубной
заготовки

раметров шва формовку выполняют с гарантированным зазором между кромками.

Окончательную сборку стыка осуществляют в шовосжимающей клетке, состоящей из двух пар последовательно установленных роликов.

Протяжку ленточной заготовки через блок формовочных клеток и через шовосжимающий и сварочный узлы (рис. 2) осуществляют роликовой тянущей клетью. С целью создания необходимых тяговых усилий при небольшом количестве тянущих роликов, с учетом тонкой стенки трубной заготовки, ролики снабжены полиуретановыми бандажами, имеющими профильные ручьи.

Сваренная трубная заготовка поступает в гибочные ролики бухтосверточного устройства, сворачивается в бухту определенного диаметра, и витки укладываются на подвижные секции приемного стола. После получения бухты требуемой массы ее опускают и сбрасывают в корзину, которую затем извлекают с позиции бухтосвертки для дальнейшей обработки трубной заготовки на трубоволочильном барабанном стане.

Размотку ленточной заготовки производят с катушки, на которую наматывают несколько рулонов нарезанной на требуемой размер ленты, разделенных дисками-прокладками, или с двухпозиционного разматывателя (рис. 3).

Для случая, когда резку ленты до необходимой для сварки ширины невозможно осуществить вне стана, он оснащен узлом обрезки кромок дисковыми ножницами и кромкокрошителем ножевого типа.

С целью исключения заправов каждого следующего рулона в блок формовочных клеток стан снабжен стыкосварочным устройством, на котором производят поперечную сварку заднего конца обработанного рулона и переднего конца рулона, подлежащего сварке. При этом в разматывателе предусмотрена возможность перемещения катушки поперек стана.

В ходе совершенствования оборудования станов с целью улучшения их технико-экономических, эргономических и эстетических характеристик разработаны рабочие чертежи стана в соответствии с художественно-конструкторской концепцией, заложенной в проект дизайна стана.

Станы модели АДСТ могут быть выполнены в правом и левом исполнении, что позволяет одному оператору обслуживать оба стана. При этом станы используют для традиционной или «потолочной» сварки; для производства трубных заготовок в прямых отрезках; с оснащением сменными узлами в зависимости от программы производства трубных заготовок (разматыватель, накопитель ленты (рис. 4) и т.д.).

Станы АДСТ, будучи совмещены с другими технологическими процессами производства труб (полировка, нанесение защитных и декоративных покрытий и т.д.), открывают широкие возможности для организации различных мини-производств, выпускающих трубы для электрических элементов, трубы для производства теплообменников; капиллярные медные и латунные трубки и т.д.

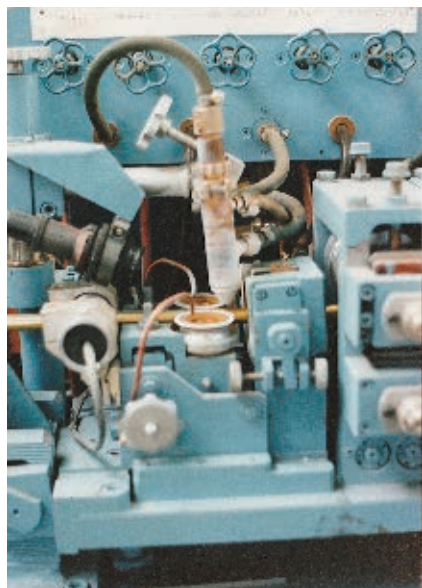


Рис. 2. Узел сварки (камера вытяжки газов снята) стана АДСТ 5...25-1К левого исполнения, датчик теплового потока (слева), над ним — оптический прибор для вывода изображения зоны сварки на экран дисплея

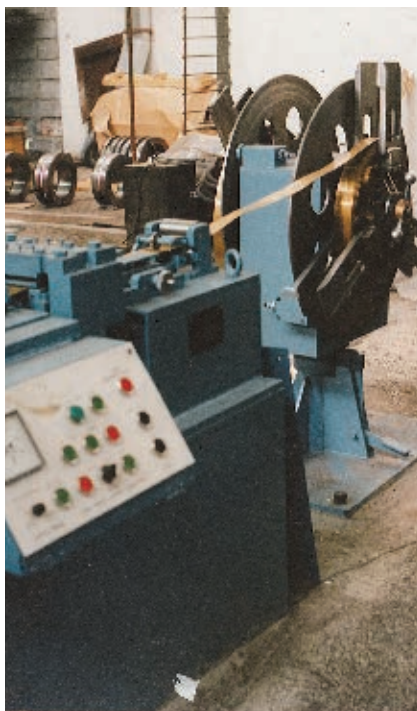


Рис. 3. Разматыватель

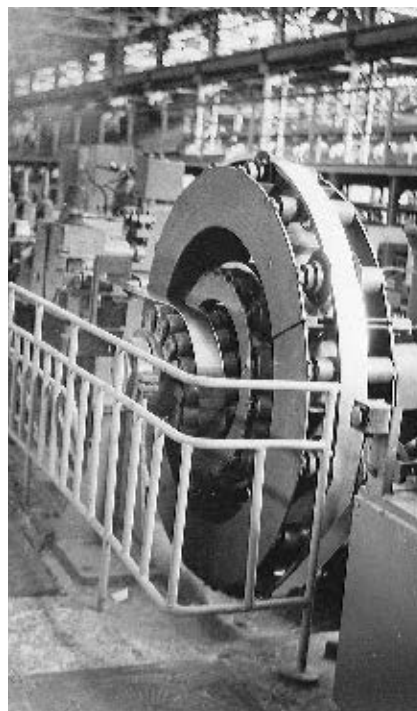


Рис. 4. Накопитель ленты

Наиболее распространенным способом производства латунных тонкостенных труб является двойное прессование с последующим многократным волочением на цепных волочильных станах. В некоторых случаях волочение труб в отрезках производят на длиннооправочных станах.

Новый способ, по сравнению со способом двойного прессования и волочения на цепных или длиннооправочных станах, обладает такими преимуществами:

- обрабатываемая труба имеет значительную массу и длину (50–200 м и более), что позволяет существенно снизить отходы металла и повысить выход годного;
- применение холоднокатаной ленты для получения сварной трубной заготовки создает благоприятные условия для снижения разностенности, повышения точности и чистоты поверхности труб, т.е. улучшает качество;
- применение высокомеханизированного технологического оборудования (трубосварочные станы, трубоволочильные барабанные станы, линии отделки и др.) позволяет улучшить условия труда, исключить безвозвратные потери металла и в целом резко снизить трудоемкость обработки.

Данная технология позволяет:

- максимально приблизиться к размерам готовой трубы;
- сократить число проходов от заготовки к готовой трубе (1–4 прохода волочения);
- повысить точность геометрии готовых изделий за счет снижения разностенности;
- уменьшить энергозатраты на производство единицы продукции;
- повысить выход годного;
- снизить себестоимость продукции.

Важнейшей составной частью разработанного технологического процесса получения труб с тонкими и особо тонкими стенками является пластическая холодная деформация сварной трубной заготовки до получения готовой трубы с заданными размерами по диаметру и толщине стенки. Разработаны и внедрены различные способы холодной деформации сварной заготовки: волочение без оправки; волочение на короткой цилиндрической закрепленной и на цилиндрическо-конической самоустанавливающейся оправке.

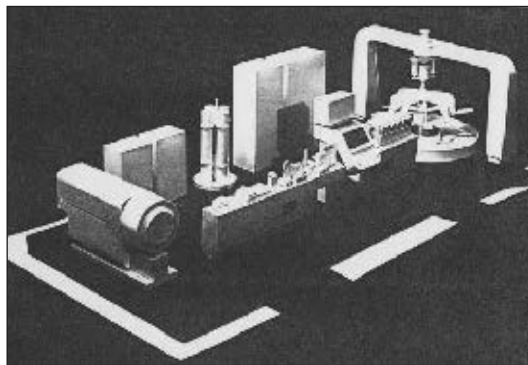


Рис. 5. Макет промышленного образца стана АДСТ с порталом для сброса полученной трубной заготовки в корзину волочильного барабанного стана

Разработана и внедрена холодная прокатка сварной трубной заготовки, в частности на станах роликовой прокатки.

В 1990-х гг. в НТЦ «Патон» были проведены исследования технического уровня станов АДСТ для цветных металлов и сплавов. По рекомендациям, содержащимся в отчете НТЦ «Патон», разработано комплексное задание на макет стана АДСТ 20...65×1,0 мм с корректировкой технической документации макета стана (рис. 5).

Макет включает следующие функциональные устройства:

- разматыватель на рулон массой до 1 т;
- формовочный блок, состоящий из комплекта горизонтальных и вертикальных клетей, предусматривающий ориентацию валкового формующего инструмента таким образом, чтобы он создавал конический очаг деформации, повторяя тем самым естественный очаг сворачивания трубной заготовки. Это должно позволить свести к минимуму неравномерность деформации по длине и ширине трубной заготовки, сформовать качественную заготовку для «потолочной» аргонодуговой сварки;
- узел для «потолочной» сварки;
- токоподвод;
- устройство для визуального контроля за очагом сварки с увеличением изображения зоны сварки в 3–4 раза;
- тянущее устройство тракового типа, позволяющее транспортировать особо тонкостенную трубную заготовку с отношением $D/t = 65$.

Все узлы макета стана устанавливаются на общей раме — испытательном стенде в комплекте с источником питания ВСВУ-600.

● #793



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

Расскажите, пожалуйста, о назначении поперечных колебаний электрода при сварке

И. В. Гордиенко (Киев)

В технике выполнения швов ручной и механизированной сваркой широко используют поперечные и продольные колебания электрода. Параметры колебаний (амплитуда, частота) и траектория движения электрода являются дополнительными параметрами режима сварки, позволяющими изменять тепловложение в основной металл, конфигурацию и размеры сварочной ванны. Колебания электрода используют при сварке швов в различных пространственных положениях, при сварке элементов с переменным зазором между ними и при наложении облицовочных швов. Поперечные ко-

лебания конца электрода при *ручной дуговой сварке* могут способствовать усилению прогрева свариваемых кромок (рис. 1, а–в); усиленному прогреву обеих свариваемых кромок (рис. 1, г–ж); усиленному прогреву одной кромок (рис. 1, з, и); прогреву корня шва (рис. 1, к).

При *механизированной сварке* трудно воспроизвести все варианты колебаний электрода, реализуемые при ручной дуговой сварке. Однако современные промышленные роботы позволяют выполнять колебания горелки практически по любой траектории (рис. 2).

На рис. 3 показано влияние амплитуды и частоты колебаний на формирование швов (глубину проплавления h , ширину шва b и высоту усиления c) при наплавке нержавеющей проволокой диаметром 2 мм под флюсом АН-26. Частоту колебаний электрода изменяли в пределах 30–100 колебаний в минуту, а амплитуду — 15–35 мм.

С увеличением частоты колебаний глубина проплавления уменьшается (рис. 3, а), ширина шва незначительно увеличивается (рис. 3, б), а высота усиления шва уменьшается до определенного значения, а затем остается постоянной (рис. 3, в). Увеличение амплитуды колебаний электрода приводит к увеличению шага наплавки, уменьшению высоты усиления c и увеличению ширины шва h (рис. 3). Увеличение ширины шва объясняют уменьшением прослойки жидкого металла в сварочной ванне.

На рис. 4 показано влияние колебаний при автоматиче-

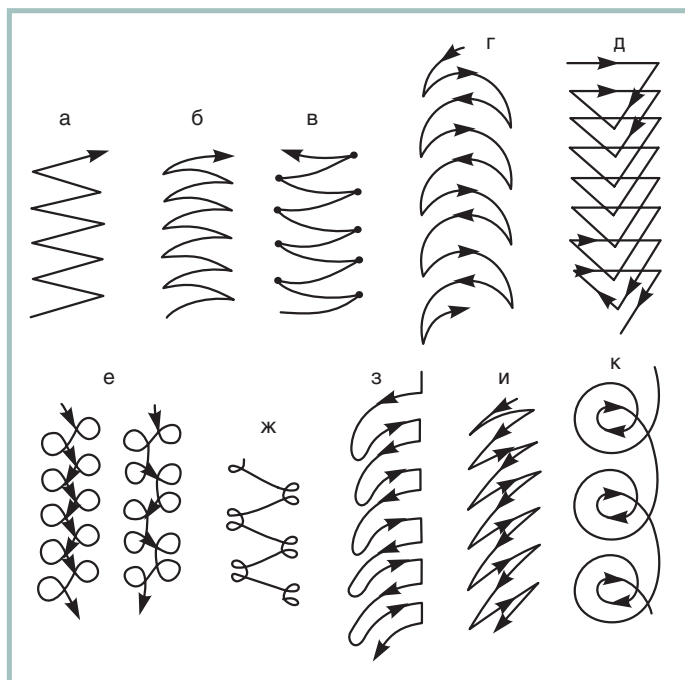


Рис. 1. Основные виды траекторий поперечных колебаний конца электрода при ручной дуговой сварке

Таблица. Режимы сварки под флюсом АН-348А с колебаниями электрода поперек шва

Толщина свариваемого металла, мм	Величина зазора между кромками, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Амплитуда колебаний, мм	Частота колебаний, Гц	Скорость сварки, м/ч
8,0	1,0–1,5	900–950	40–42	4,0	15,0	80,0
12,0	2,0–3,0	1350–1400	40–42	5,0	12,0	70,0
20,0	3,0–4,0	1400–1450	40–42	8,0	8,0	50,0
30,0	5,0–6,0	1500–1550	40–42	11,0	6,0	30,0

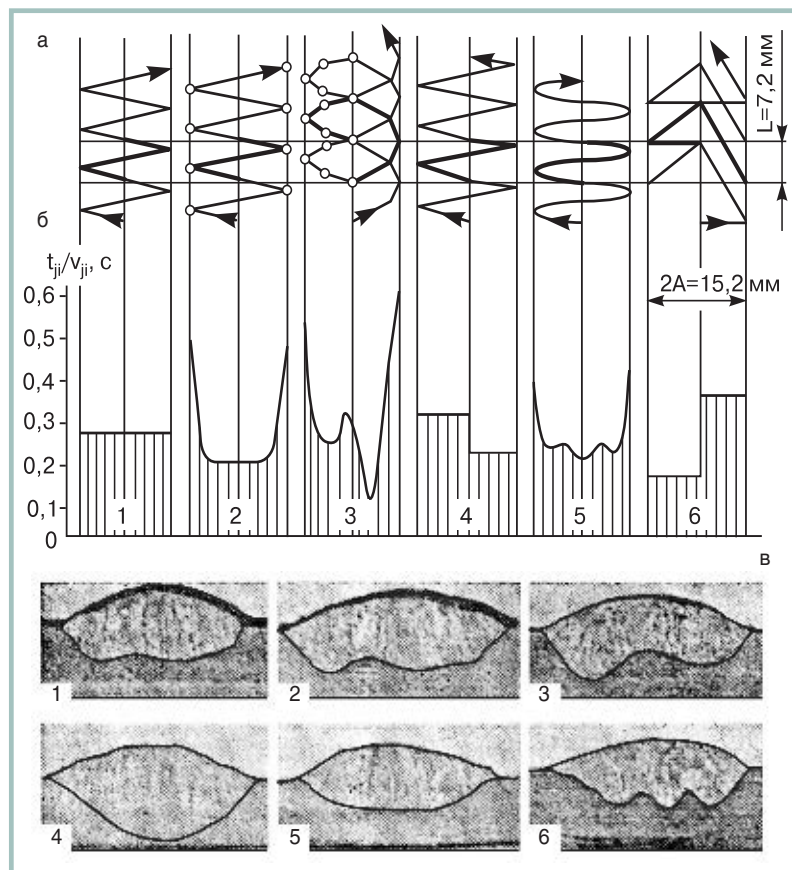


Рис. 2. Влияние траектории колебаний электрода на формирование швов при сварке в CO_2

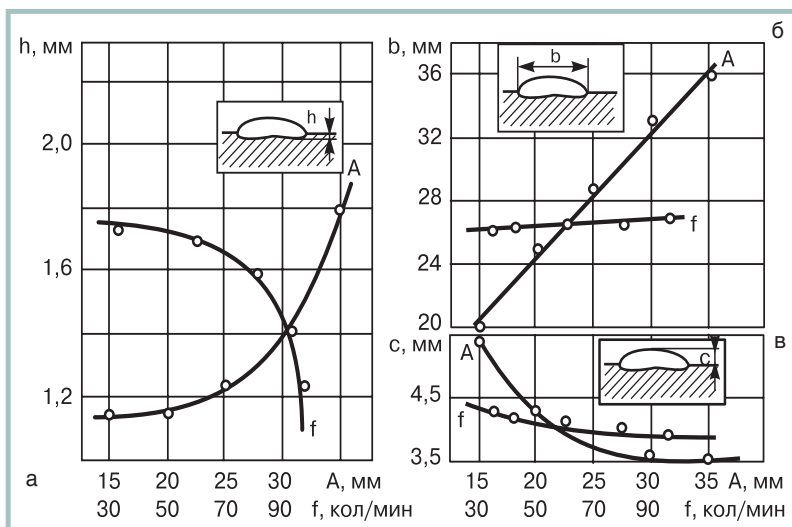


Рис. 3. Влияние амплитуды и частоты колебаний на глубину проплавления (а); на ширину шва (б); на высоту шва (в)

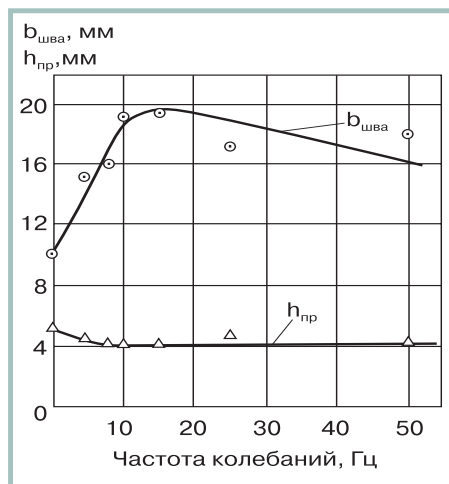


Рис. 4. Влияние частоты колебаний электрода на ширину шва и глубину проплавления ($I_{\text{св}} = 1050 \text{ А}$; $U_{\text{д}} = 38 \text{ В}$; $V_{\text{св}} = 93 \text{ м/ч}$)

ской сварке под флюсом. Эффективное улучшение формирования швов с проплавлением 4–5 мм достигается при частоте колебаний, равной 10–15 Гц. При частоте колебаний конца электрода менее 10 Гц наблюдали пилообразную форму шва, а при частоте колебаний более 20 Гц — выплески металла по краям шва. С увеличением толщины свариваемого металла для улучшения формирования швов необходимо увеличивать амплитуду колебаний и снижать их частоту (таблица).

При сварке с колебаниями электрода поперек шва увеличивается ширина и сокращается длина сварочной ванны, повышается стойкость швов против образования кристаллизационных трещин и пор.

Следует отметить, что наличие роботизированных комплексов с большими возможностями программирования, позволяет значительно расширить применение разнообразных траекторий перемещения электрода с целью улучшения формирования и качества шва.



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 т/год.



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

*Качество продукции
подтверждается
объемами поставок
и широким кругом
партнеров*

Представители:

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

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

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

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



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

Разработка и изготовление оборудования

для механизированной дуговой наплавки

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



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



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



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

РОБОТОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
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



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

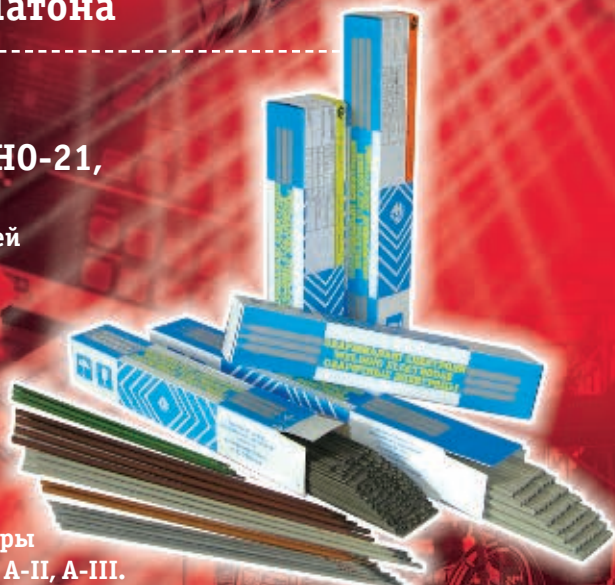
Официальный дистрибьютор
Опытного завода сварочных материалов
Института электросварки им. Е.О. Патона

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

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

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

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



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



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

и ПП-АНВМ-2 для механизированной сварки и наплавки высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 0Х14АГ12М 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

Электронный справочник для разработки технологии контактной точечной сварки

П. М. Руденко, В. С. Гавриш, кандидаты техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

В Институте электросварки им. Е. О. Патона создан электронный справочник в виде компьютерной программы для разработки технологии контактной точечной и шовной сварки изделий из низкоуглеродистой стали с разными видами покрытий на основе цинка, алюминия и свинца с толщиной листа от 0,4 до 3 мм. В справочнике использованы материалы Международного института сварки, зарубежные руководства по сварке и собственные исследования ИЭС им. Е. О. Патона.

По введенным в программу данным о толщине свариваемых листов и виде покрытия выдаются рекомендации относительно параметров режима сварки, марки сплава электродов, зачистки рабочей поверхности электродов, постановки сварных точек на изделии, технических характеристик сварочной машины, испытаний образцов для контроля качества сварки. Рекомендуемый режим может быть скорректирован в случае несоответствия технических характеристик имеющейся и предлагаемой сварочной машины.

В программе реализован также алгоритм уточнения выбранного режима по данным, полученным при сварке технологических образцов. После сварки каждой точки диаметр литого ядра, глубина вмятины от электрода, информация о наличии (отсутствии) выплеска и нарушении защитного покрытия вводятся в компьютер, который рассчитывает параметры режима для следующего эксперимента. С помощью справочника можно также подобрать форму электрода из каталога известных их видов.

Разработанная программа проста в эксплуатации и не требует изучения каких-либо инструкций по применению. Программа может быть установлена на устройстве с операционной системой АНДРОИД — смартфон, планшетный компьютер или на офисных компьютерах и ноутбуках с операционной системой WINDOWS.

В случае использования программы совместно с компьютерной системой управления КСУ КС разработки ИЭС им. Е. О. Патона данные режима сварки и контроля процесса в реальном времени могут быть введены в систему управления по последовательному каналу связи (рисунки).

КСУ КС предназначена для управления циклом сварки и контроля процесса применительно к стационарным и подвесным одно- и двухпостовым машинам переменного тока и выполняет следующие функции:

- задание и выполнение циклограммы режима сварки: предварительное сжатие, сжатие, сварка 1 с модуляцией тока 1, охлаждение, сварка 2 с модуляцией тока 2, ковка с включением ковки во время прохождения тока, пауза;
- управление тиристорным контактором и четырьмя (две пары) электропневматическими клапанами;
- компенсация изменения напряжения питающей сети;
- стабилизация действующего значения силы сварочного тока или напряжения между электродами;
- автоматическая настройка на $\cos(\varphi)$ сварочной машины;
- измерение силы сварочного тока, напряжения между электродами и напряжения питающей сети;
- контроль качества сварки по допустимым отклонениям силы сварочного тока и/или напряжения между электродами и/или прогнозирование диаметра ядра сварной точки по математической модели;
- хранение в памяти системы восьми заданных режимов сварки при отключении напряжения питания;
- автоматический выбор любого из восьми заданных режимов от внешнего сигнала управления;
- самодиагностика системы;

- связь с персональным компьютером через канал последовательного обмена RS232 или RS485;
- программная защита от несанкционированного доступа к заданию параметров режима сварки;
- защита выходных цепей управления ЭПК, тиристорным контактором и т.п. от перегрузок.

Система имеет удобную панель управления с мембранной клавиатурой и жидкокристаллическим дисплеем, что обеспечивает простоту и наглядность задания сложной циклограммы процесса сварки. Наиболее эффективно применение КСУ КС 02 при производстве конструкций ответственного назначения и сертификации сварочного производства.

При управлении одновременно двумя парами сварочных клещей в автоматической линии, в том числе роботизированной, когда на этих клещах проводят сварку разных точек на конструкции, в памяти системы задается несколько режимов сварки (до восьми). Внешним переключателем или автоматически при работе со сварочным роботом-манипулятором выбирают номер требуемого режима сварки в зависимости от свариваемой точки на конструкции.

Для компенсации износа электродов режим сварки корректируют с учетом состояния их поверхности. Данные о процессе сварки на каждом сварочном посту могут быть переданы в центральную систему управления на основе промышленного компьютера. Для связи в этом случае используют последовательный канал RS485/RS232, для связи с планшетным компьютером — конвертор USB-RS232.

КСУ КС 02 достаточно универсальное устройство, имеет семь дискретных входов 24 В по 10 мА, семь дискретных выходов 24 В до 5 А и два аналоговых входа, не считая внутреннего канала измерения напряжения питающей сети. Все перечисленные входы и выходы гальванически разделены и при модернизации программного обеспечения КСУ КС 02 могут быть использованы произвольно. Таким образом, возможно применение КСУ КС 02 для контактных точечных машин, которые требуют отработки специальных алгоритмов управления. При некоторой модернизации эта система может быть использована



Рисунок. КСУ КС и планшетный компьютер с программой электронного справочника

Техническая характеристика КСУ КС 02

Длительность программируемых операций, период	0–100
Сила тока сварки и подогрева, % или кА	20–95; 2,0–25,0; 4,0–50,0
Количество импульсов тока	0–100
Количество точек до корректировки сварочного тока для компенсации износа электродов	50–10000 с кратностью 50
Погрешность стабилизации, %: напряжения сети в диапазоне (–15 +5)% сварочного тока	±3,0 ±3,0
Погрешность определения диаметра ядра сварной точки, %	±8,0
Параметры питания электропневматических клапанов и сигнализации: напряжение, В/сила тока, А	24/0,5
Напряжение питания, В	380
Габаритные размеры, мм	295×150×290
Масса, кг	Не более 8,0

также для управления стыковой сваркой оплавлением.

Система управления является универсальной, и совместно с электронным справочником ее можно применять для различных типов машин контактной сварки и сварочного производства, например, в автомобилестроении, сельхозмашиностроении, приборостроении, авиастроении и т. п.

● #794

Высокотехнологичные решения в прецизионной орбитальной сварке труб от компании «ДельтаСвар»

А. М. Ермолин, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Орбитальная сварка находит применение во многих отраслях промышленности — атомной, нефтехимической, пищевой, аэрокосмической, в судостроении и энергетическом машиностроении. Орбитальные сварочные головки необходимы в тех случаях, когда отсутствует возможность поворота самого свариваемого изделия во время сварки: при сварке неповоротных стыков трубопроводов, приварке фланцев и отводов к трубам, при сварке труб к трубным доскам. Из-за сложности самой технологии орбитальной сварки создание оборудования под силу только крупным компаниям, специализирующимся на разработках именно в этой области. Компания «ДельтаСвар» предлагает Вам комплексные решения по подготовке и орбитальной сварке труб большого и малого диаметра от ведущего немецкого производителя систем орбитальной сварки Orbitalum Tools GmbH.

Компания Orbitalum Tools разрабатывает и производит переносные пилы, подрезные станки, устройства для подготовки торцов труб, источники питания для орбитальной сварки с компьютерным управлением, а также открытые и закрытые головки для сварки. Продукция Orbitalum лидирует по эффективности, простоте эксплуатации передвижной конструкции, отвечающей требованиям новейших стандартов безопасности.

Первым этапом на пути получения качественно сварного соединения является подготовка свариваемых кромок.

Прямыерезы без деформаций и заусенцев и воспроизводимая подготовка торцов трубы обязательны для процессов орбитальной сварки. Для этого этапа компания Orbitalum разработала целый спектр устройств, позволяющих с высокой точностью и скоростью получить качественный рез, торцовку и разделку кромок трубы.

Предлагаем Вашему вниманию краткий обзор основных устройств орбитальной сварки.

ORBIMAT C Advanced — компактный источник питания для орбитальной сварки. В орбитальных источниках сварочного тока серии ORBIMAT CA используется уникальная концепция управления. Источники обеспечивают простоту и удобство эксплуатации благодаря многофункциональному джойстику и 10-дюймовому цветному графическому дисплею с меню навигации на русском языке.

Автоматизированное программирование генерирует параметры сварки на основе введенных параметров: диаметра трубы, толщины стенок, материала

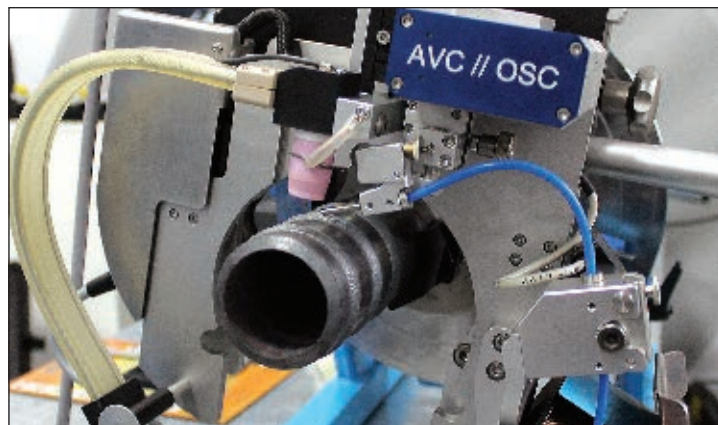


ла и сварочного газа. Все модели ORBIMAT SA обладают эксклюзивной новой разработкой FLOW FORCE, позволяющей сокращать время подачи газа в закрытых сварочных головках. Функция контроля напряжения (AVC) автоматически вычисляет и программирует длину дуги в миллиметрах в зависимости от текущих характеристик напряжения. Это дает возможность избежать расчетов необходимого напряжения дуги каждый раз при изменении мощности. При осцилляции (OSC) время задержки на каждой из кромок может быть синхронизировано с настройками высокоимпульсного режима. Встроенный принтер, слот для подключения карты памяти и простое перекодирование протоколов в форматы WORD и EXCEL облегчают протоколирование процесса сварки.

ORBIWELD S — полностью закрытые, сверхтонкие головки для орбитальной сварки труб с внешним диаметром от 3 до 115 мм. Благодаря исключительно малым размерам закрытые сварочные головки серии ORBIWELD S являются превосходным решением для применения в ограниченном пространстве, которое может иметь место, например, в фармацевтической промышленности и др. Сверхкомпактный дизайн сварочной головки данной серии позволяет фиксировать и сваривать фитинги и отрезки труб ограниченной длины.

Для обеспечения легкости в управлении в рукоятку головки встроена панель дистанционного управления, что дает возможность управлять основными операциями прямо с места сварки.

ORBIWELD TP — открытые головки для орбитальной сварки труб с внешним диаметром от 20 до 275 мм. Сварочные головки открытого типа ORBIWELD TP предназначены



ны как для стандартного, так и для специального применения. Данные головки прекрасно подходят для использования в цеху и на строительной площадке.

Серия ORBIWELD TP имеет уникальную конструкцию и функциональность. Сверхкомпактная конструкция была получена в результате размещения приводного двигателя в корпус сварочной головки. В исполнении с устройством подачи присадочной проволоки блок подачи расположен достаточно близко к горелке, что обеспечивает точную подачу проволоки, синхронно с импульсами сварочного тока. В условиях производства компактное устройство подачи проволоки удобнее, чем отдельное громоздкое устройство.

Зажимной механизм и зажимы двигаются параллельно друг другу и обеспечивают надежную фиксацию сварочной головки с большой площадью захвата. Диапазон захвата зажима можно регулировать в зависимости от диаметра трубы поворотом лишь одного винта. Поворот сварочной горелки позволяет выполнять сварку фланцев. Сварочные головки ORBIWELD TP могут комплектоваться функциями AVC и OSC.

Компания «ДельтаСвар» является официальным дистрибьютором Orbitalum Tools GmbH и располагает прекрасно оснащенной залом для демонстрации оборудования орбитальной сварки труб. Вы можете в любое удобное для Вас время договориться о демонстрационных работах, предварительно обсудив с нашими специалистами все детали.

Мы подберем для Вас необходимое оборудование для орбитальной сварки, в том числе оборудование для подготовки труб, дополнительные принадлежности, расходные материалы. Поставку, монтаж техники и пуско-наладочные работы мы берем на себя. Гарантия качества поставляемой продукции является неотъемлемой частью нашей деятельности. Высокий профессиональный уровень наших специалистов, накопленный опыт работы в области сварочных технологий позволяют предоставлять клиенту оптимальное решение технической задачи.

● #795

Публикуется на правах рекламы



DeltaSVAR

ООО «ДельтаСвар»

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

Основы разработки технологии сварки плавлением

2. Приемы сварки*

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

2.2. Приемы, используемые для улучшения формирования и качества швов. Под формированием швов понимают внешний вид шва, наличие или отсутствие подрезов, зоны несплавления, протектов. Понятие формирование шва включает также форму и размеры зоны проплавления, размеры шва, которые в заметной степени влияют на образование в процессе кристаллизации таких дефектов, как шлаковые включения, поры, кристаллизационные трещины и др.

Сложившиеся представления о формировании швов при сварке плавлением основаны на анализе сил, действующих на жидкий металл ванны. Последние вызваны давлением источника нагрева (дуги, газового пламени, электронного пучка и др.), отдачи паров, электромагнитными и гравитационными воздействиями, поверхностным натяжением и некоторыми другими факторами (см. Кайдалов А. А. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. — К.: Экотехнология, 2004. — 260 с.; Г. И. Лащенко. Способы дуговой сварки плавящимся электродом. — К.: Экотехнология, 2006. — 384 с.).

Выделяют свободное, принудительное и полупринудительное формирование швов. Свободное формирование шва предполагает сварку в нижнем положении, отсутствие глубокой разделки кромок и дополнительных формирующих устройств. При принудительном формировании расплавленный металл с двух сторон удерживается свариваемыми кромками, а еще с двух сторон — формирующими устройствами (подкладками, ползунами).

В случае полупринудительного формирования одна часть шва (обычно верхняя) формируется свободно, а другая — с помощью формирующих устройств.

В сварочной практике много внимания уделяют свободному формированию швов. Правильный выбор основных параметров режима сварки позволяет обеспечить приемлемое формирование. Применительно к дуговой сварке это сила тока, напряжение дуги, диаметр электрода, скорость сварки, защитная среда.

При лазерной и газовой сварке основными параметрами режима являются мощность источника нагрева и скорость сварки, а при электронно-лучевой — энергия, мощность

электронного пучка и скорость сварки.

Основными параметрами при электрошлаковой сварке являются глубина шлаковой ванны, сила сварочного тока, сечение электрода и скорость сварки.

Наряду с оптимизацией основных параметров режима сварки плавлением (дуговой — ДС, плазменной — ПС, лазерной — ЛС, электронно-лучевой — ЭЛС, газовой — ГС и термитной — ТС) для улучшения формирования и повышения качества швов (уменьшения количества пор, шлаковых включений, предотвращения образования трещин, обеспечения соответствующих служебных характеристик) используют также ряд специальных приемов (табл. 5).

Приемы П22–П26 хорошо известны специалистам и широко используются на практике. Так, прием П22 реализуют путем изменения угла наклона плавящегося электрода вперед или назад при дуговой сварке с целью регулирования формы шва. При уменьшении наклона электрода при сварке углом вперед улучшается формирование шва, уменьшается глубина проплавления и увеличивается ширина шва. Одновременно уменьшается доля основного металла в металле шва. При сварке углом назад глубина проплавления несколько увеличивается, а ширина — уменьшается.

Аналогичным образом изменяются размеры шва и в случае изменения угла наклона горелки при газовой сварке.

Постоянный наклон электронного пучка в направлении его перемещения по изделию на угол 5–7° (а иногда и до 20°) предотвращает S-образную форму фронта кристаллизации сварочной ванны и тем самым резко снижает пористость и вероятность возникновения раковин, а также исключает бугристость сварного шва при ЭЛС.

Изменение пространственного положения свариваемого стыка, отличного от наи-

* Продолжение. Начало в № 1–6–2013, № 1–2–2014.

Таблица 5. Основные приемы, используемые для улучшения формирования и качества швов

Обозначение приема	Наименование приема	Способ сварки, в котором используют прием, и достигаемый эффект
П22	Изменение пространственного положения источника нагрева	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ГС Улучшение формирования швов. Регулирование глубины проплавления. Уменьшение количества пор
П23	Изменение пространственного положения свариваемого стыка	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ГС Обеспечение требуемой производительности, формы шва, благоприятных условий кристаллизации. Предупреждение образования пор и трещин
П24	Изменение пространственного положения свариваемого стыка и источника нагрева	То же
П25	Изменение зазоров в стыках	ДС, ПС, ГС, ЭШС Регулирование формы швов и условий их кристаллизации. Уменьшение количества пор, шлаковых включений
П26	Регулирование размеров и формы разделки кромок	ДС, ЛС, ЭЛС, ЭШС Регулирование формы швов и условий их кристаллизации. Уменьшение вероятности образования пор, шлаковых включений и трещин. Улучшение механических свойств сварных соединений
П27	Колебание линейного источника нагрева в вертикальной плоскости с одновременным его перемещением вдоль линии сварки	ДС, ЛС, ЭЛС Улучшение формирования шва. Стабилизация процесса сварки. Регулирование тепловложения
П28	Изменение геометрических размеров носителя энергии	ДС, ЭШС Управление формированием и кристаллизацией металла шва
П29	Модуляция энергии сварочного источника нагрева	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС Управление формированием и кристаллизацией металла шва
П30	Использование нескольких однородных источников нагрева в общей сварочной ванне	ДС, ЛС, ЭЛС, ЭШС Управление формированием и кристаллизацией металла шва. Предупреждение образования дефектов. Повышение производительности
П31	Использование нескольких разнородных источников нагрева в общей сварочной ванне	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС Управление формированием и кристаллизацией металла шва. Регулирование термического цикла. Повышение производительности
П32	Применение формирующих подкладок и ползунов	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ТС Удержание расплава металлической и шлаковой ванны. Формирование поверхности шва. Улучшение теплоотвода
П33	Применение различных флюсов, порошковой проволоки, электродных и присадочных материалов, специальных покрытий	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ГС Защита расплавленного металла от окружающей атмосферы. Легирование и модифицирование шва. Улучшение поглощения лучистой энергии
П34	Применение окислительных защитных газов	ДС, ЛС Защита расплавленного металла от окружающей атмосферы
П35	Применение инертных и нейтральных защитных газов	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС Защита расплавленного металла от окружающей атмосферы. Улучшение свойств металла шва
П36	Применение комбинированных защитных сред	ДС, ЛС Защита расплавленного металла от окружающей атмосферы. Регулирование протекающих металлургических процессов в сварочной ванне. Улучшение свойств металла шва
П37	Использование вакуумной защиты зоны сварки	ДС, ЛС, ЭЛС Влияние на глубину проплавления шва, течение металлургических реакций. Предупреждение образования пор и других дефектов. Улучшение механических свойств
П38	Пульсирующая программируемая подача защитных газов	ДС, ПС, ЛС Регулирование подачи энергии в зону сварки. Изменение характера протекания металлургических процессов в сварочной ванне. Изменение условий переноса электродного металла при дуговой сварке плавящимся электродом и кристаллизации металла шва
П39	Силовое механическое воздействие на кристаллизующийся металл сварочной ванны путем прокатки	ДС, ГС Улучшение формирования швов. Устранение дефектов швов, образующихся в процессе кристаллизации
П40	Создание избыточного газостатического давления в зоне сварки	ДС, ПС, ЛС, ЭШС Влияние на процесс кристаллизации металла шва
П41	Использование внешних магнитных полей	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС Изменение конфигурации источника нагрева. Перемешивание сварочной ванны. Управление кристаллизацией металла шва
П42	Применение низкочастотных колебаний сварочной ванны	ДС, ЛС, ЭЛС, ЭШС, ТС Улучшение формирования швов. Изменение условий кристаллизации металла. Устранение дефектов, образующихся в процессе кристаллизации шва
П43	Применение ультразвуковых колебаний сварочной ванны	То же
П44	Применение металлических присадочных материалов	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ЭШС, ГС, ТС Управление формированием шва. Влияние на процесс кристаллизации сварочной ванны. Повышение производительности сварки. Улучшение свойств металла шва и предупреждение образования холодных и горячих трещин
П45	Передача в зону сварки различного рода наночастиц	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ЭШС Влияние на процесс кристаллизации металла шва и характер защиты зоны сварки
П46	Смещение источника нагрева в сторону более тупоугольного или более толстого материала (при сварке разнородных и разнотолщинных материалов)	ДС, ЛС, ЭЛС Повышение качества шва и сварного соединения
П47	Оплавление и облицовка свариваемых кромок	То же
П48	Механизация процесса сварки	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ЭШС Улучшение качества швов и повышение производительности сварки
П49	Автоматизация процесса сварки	То же
П50	Роботизация процесса сварки и использование IT-технологий	ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ЭШС Управление качеством швов. Программирование качества швов. Повышение производительности сварки

более благоприятного (прием П23) может быть вынужденным (отсутствие возможности кантовки изделия, сварка неповоротных кольцевых швов и др.) либо создаваться специально для улучшения формирования швов.

При дуговой сварке с наклоном стыка сверху вниз (на спуск) формирование улучшается, глубина проплавления уменьшается, а ширина шва несколько увеличивается по сравнению со сваркой на горизонтальной плоскости. При сварке снизу вверх (на подъем) жидкая прослойка под дугой уменьшается, что способствует увеличению глубины проплавления и уменьшению ширины шва. В последнем случае увеличивается и высота усиления.

На рис. 23 показана зависимость размеров шва (ширины b , глубины проплавления h) и площади проплавления $F_{пр}$ от силы сварочного тока дуги и пространственного положения сварки в CO_2 . Наибольшей глубины проплавления h и площадь проплавления $F_{пр}$ достигают при сварке в вертикальном положении на подъем. При сварке на спуск h — наименьшая, а b' — наибольшая. При сварке в потолочном положении расплавленный металл ванны удерживается в основном силами поверхностного натяжения. В этом случае $F_{пр}$ несколько ниже, чем в варианте вертикального положения на подъем. Величины h и b' при сварке в различных пространственных положениях заметно отличаются.

Применительно к электронно-лучевой сварке предпочтительно горизонтальное расположение стыков на вертикальной плоскости (сварка на боку).

На практике часто используют прием, при котором изменяют пространственное положение как свариваемого стыка, так и источника нагрева (прием П24). Особенно это касается дуговой сварки неповоротных стыков труб.

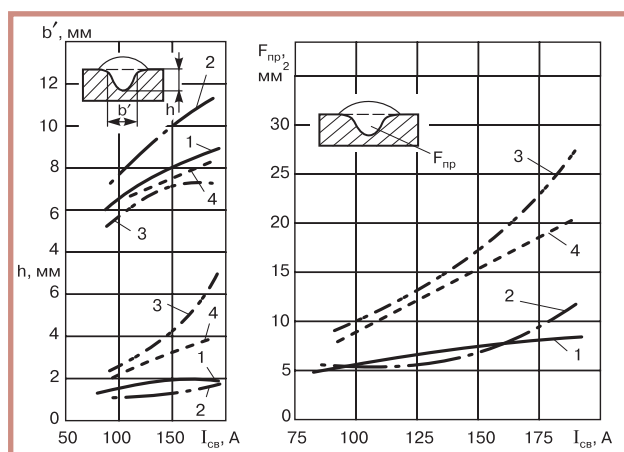


Рис. 23. Зависимость размеров шва (а), глубины проплавления и площади проплавления (б) от силы сварочного тока и пространственного положения сварки: 1 — нижнее; 2 — вертикальное на спуск; 3 — вертикальное на подъем; 4 — потолочное ($U_d=20...24$ В; $d_э=1,0$ мм)

Зазоры в стыках следует отнести к важным факторам технологии сварки (прием П25). Обычно величина зазора диктуется требованиями стандартов и определяется качеством сборки. При некоторых способах ДС, и особенно ПС, ЛС, ЭЛС величина зазора может изменяться в весьма узких пределах, так как она существенно влияет на форму шва.

При дуговой сварке плавящимся электродом однослойных швов под флюсом максимальная величина зазора может изменяться в достаточно широких пределах, что оказывает существенное влияние на форму швов. Аналогичное влияние оказывает и глубина разделки (прием П26). Считается, что хорошее формирование швов обеспечивается при сечении разделки или зазора, равном 50–70 % сечения вводимого в шов металла. Поэтому применение приемов П25 и П26 имеет определенные ограничения, продиктованные различными условиями и способами сварки.

Прием П27 реализуют путем вибрации плавящегося электрода при дуговой сварке (вибродуговая наплавка, СМТ-процесс и др.). При лазерной и электронно-лучевой сварке этот прием может быть осуществлен за счет осцилляции уровня фокусировки. При осцилляции сфокусированный лазерный луч периодически углубляется в сварочную ванну за счет колебаний фокальной плоскости относительно свариваемого изделия. Для этого используют специальные механические или пьезоэлектрические сканаторы, линзы или объективы, обеспечивающие варьирование частоты в диапазоне от 0 до 150 Гц с амплитудой колебаний, превышающей половину толщины свариваемых деталей.

Осцилляция сфокусированного лазерного излучения обеспечивает при сварке большей части конструкционных материалов (сталей, алюминиевых и титановых сплавов) увеличение глубины проплавления до 40 %. Ширина шва при этом возрастает на 30 %, а коэффициент формы шва увеличивается на 10–15 %. Одновременно с этим эффектом осцилляция излучения уменьшает колебания глубины проплавления и улучшает формирование шва, в том числе и его внешний вид.

Колебание уровня фокусировки электронного пучка относительно некоторого среднего значения осуществляют модуляцией тока электромагнитной линзы. Этот прием используют для предотвращения корневых дефектов и выполнения концевых участков шва ЭЛС.

Прием П28 связан с изменением геометрических размеров носителя энергии. При дуговой сварке его реализуют путем изменения размеров и формы электрода (круглый, плоский, трубчатый, профилированный и др.). Сечение электрода опре-

деляет плотность тока в нем и в дуге, которая влияет на производительность расплавления электрода, характер переноса металла, форму и размеры шва.

При ЭЛС прием П28 наиболее просто осуществить за счет технологической развертки электронного пучка и получения следующих типов траекторий: окружность, эллипс, дуга, продольная и поперечная. Формирование при развертке усредненного распределения плотности мощности электронного пучка поперек направления сварки с «провалом» в приосевой области уменьшает амплитуду корневых циклов и расширяет корень сварного шва. При радиусе закругления корня сварного шва 1–1,5 мм (для глубины 10–80 мм) и 2–4 мм (для глубины проплавления 100–200 мм) вероятность появления корневых дефектов минимальная. Двойное преломление электронного пучка при развертке (рис. 24) позволяет существенно увеличить угол его отклонения относительно оси по сравнению с однократным преломлением при сохранении ширины сварного шва в его верхней половине. Частоту развертки электронного пучка рекомендуют выбирать в диапазоне 100–500 Гц для сталей и 500–1000 Гц для алюминиевых и титановых сплавов. Поперечные размеры траектории развертки оптимальны в диапазоне 1–1,5 мм. С помощью развертки электронного пучка решаются и другие технологические задачи.

Распределение интенсивности лазерного излучения на выходе определяется типом используемого резонатора и модовым составом возбуждаемых в нем колебаний, что позволяет в определенной степени реализовать прием П28.

Модуляция энергии сварочного источника нагрева (прием П29) относится к одному из наиболее распространенных технологических приемов, используемых при дуговой, лазерной, электронно-лучевой и электрошлаковой сварке (см. Лащенко Г.И. Современные технологии сварочного производства. — К.: Экотехнология, 2012. — 720 с.). Она позволяет решать ряд важных технологических задач.

К числу эффективных технологических приемов относится использование нескольких однородных источников нагрева, действующих в общей сварочной ванне (прием П30). Наиболее широко его используют при

дуговой сварке (см. Лащенко Г.И. Технологические возможности одно-, двух- и трехдуговой сварки // Сварщик. — 2011. — № 2. — С. 14–19). Сварка двумя электронными пучками (тандемом) листового металла толщиной до 10 мм позволяет резко (в 5–7 раз) повысить скорость сварки при увеличении общей мощности источников сварочного нагрева на 20–25%. При этом достигается лучшее качество сварного шва.

Большими технологическими резервами обладает прием П31, заключающийся в использовании в различных комбинациях нескольких разнородных источников нагрева (электрическая дуга, лазер, электронный пучок, газовое пламя) в общей сварочной ванне (см. Лащенко Г.И. Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением // Сварщик. — 2012. — № 5. — С. 26–29; № 6. — С. 26–30).

В практике сварки плавлением при полупринудительном формировании корня шва используют флюсовые подушки, медные неподвижные подкладки, флюсо-медные неподвижные, скользящие медные ползуны, переносные керамические, гибкие флюсовые и другие комбинированные подкладки (прием П32). Этот же прием реализуют и в случае принудительного формирования шва подкладками и ползунами. Особенно широко для формирования корня шва используют медные охлаждаемые подкладки различной конструкции (см. Калужный В.В., Чан Туан Ань. Конструкции медных подкладок для односторонней сварки прямолинейных швов стыковых соединений (обзор) // Сварочное производство. — 1993. — № 7. — С. 22–25).

При сварке меди и медных сплавов используют графитовые подкладки и ползуны.

При сварке некоторых металлов и сплавов применяют стальные подкладки.

Прием П33 следует отнести к одному из главных инструментов, используемых при разработке технологии сварки плавлением различных металлов и сплавов. Речь идет о выборе флюсов, порошковой проволоки, электродных и присадочных материалов, специальных покрытий. Все эти вопросы подробно рассмотрены в соответствующей литературе и хорошо известны специалистам. Отметим только, что кроме обычных сварочных флюсов здесь имеются в виду и флюсы-активаторы (А – TIG-процесс).

Принципиальной основой технологии А-TIG является введение в зону сварки 0,10–0,01% (от массы расплавленного металла) элементов, имеющих склонность к образованию отрицательных или положительных ионов, что по-

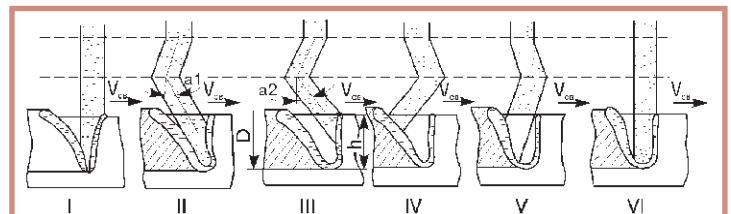


Рис. 24. Последовательность операций отклонения электронного пучка

звояет в широких пределах регулировать значения коэффициента формы шва без изменения режима сварки. Эффекты, характерные для А-TIG сварки являются следствием контракции дуги при этом процессе. Подобные эффекты наблюдаются и в случае введения соответствующих веществ в зону сварки электронным пучком.

В сварочной практике широко используют хорошо известные специалистам приемы ПЗ4, ПЗ5–ПЗ7.

Пульсирующую программируемую подачу защитных газов используют при дуговой и лазерной сварке (прием ПЗ8). В этом случае защитная среда может оказывать и заметное механическое воздействие на расплавленный металл сварочной ванны.

Прием ПЗ9 предусматривает значительно большее механическое воздействие на кристаллизующийся металл сварочной ванны, которое осуществляют высокотемпературной прокаткой. При этом обжатию подвергают металл, находящийся в двухфазной зоне: ликвидус-солидус. Это позволяет эффективно влиять на процесс образования первичной структуры, устранять поры и кристаллизационные трещины и повышать механические свойства.

Создание избыточного газостатического давления защитной среды (прием П40) реализуют в специальных камерах, что требует громоздкого и капиталоемкого оборудования. Это существенно ограничивает возможности его применения.

Применение внешних электромагнитных воздействий (ЭМВ) на источник нагрева (дуга, шлаковая ванна) и металл сварочной ванны — один из эффективных приемов (П41) повышения и стабилизации качества швов. При сварке в нижнем положении сталей и титановых сплавов аксиальные магнитные поля (в том числе реверсивные) относительно поверхности сварочной ванны используют для управления ее гидродинамикой,

что позволяет воздействовать на кристаллизацию швов и благодаря этому повышать их стойкость против образования и развития кристаллизационных трещин, снижать пористость и улучшать пластичность.

Аксиальные магнитные поля в сочетании с дополнительным пропусканием тока по сварочной ванне применяют для улучшения формирования горизонтальных швов на вертикальной плоскости (способ ЕСМР). Управляющие магнитные поля используют и при TIG сварке титановых сплавов в узкий зазор.

При сварке с ЭВМ алюминиевых сплавов снижается содержание оксидных включений в объеме шва, измельчается структура и повышается производительность.

В сварочном производстве не ослабевает интерес к использованию низкочастотных (в звуковом диапазоне) колебаний сварочной ванны (прием П42) для улучшения структуры, предупреждения образования кристаллизационных трещин и пор. Эффективность упомянутого воздействия усиливается при введении в сварочную ванну колебаний ультразвукового диапазона (прием П43).

К числу распространенных при сварке плавлением приемов относится подача в сварочную ванну различного вида металлических присадочных материалов (прием П44) (рис. 25). Этот прием позволяет решать многие технологические задачи при дуговой, плазменной, лазерной, электронно-лучевой, электрошлаковой, газовой и термитной сварке.

В последние годы появляется интерес к использованию наночастиц в процессе сварки плавлением (прием П45). В частности, речь идет о введении в сварочную ванну наночастиц соединений на основе титана и бора и других элементов, весьма эффективно упрочняющих структуру металла. Еще

одним направлением может быть создание специальных защитных сред, представляющих собой комбинацию известных защитных газов и наночастиц других материалов. Новые комбинированные защитные среды могут обладать целым рядом уникальных свойств.

Просто выполнимый на практике прием П46, предусматривающий смещение источника нагрева в сторону более тугоплавкого или более толстого материала (при сварке разнородных и разнотолщинных материалов) позволяет эффективно решать поставленную технологическую задачу.

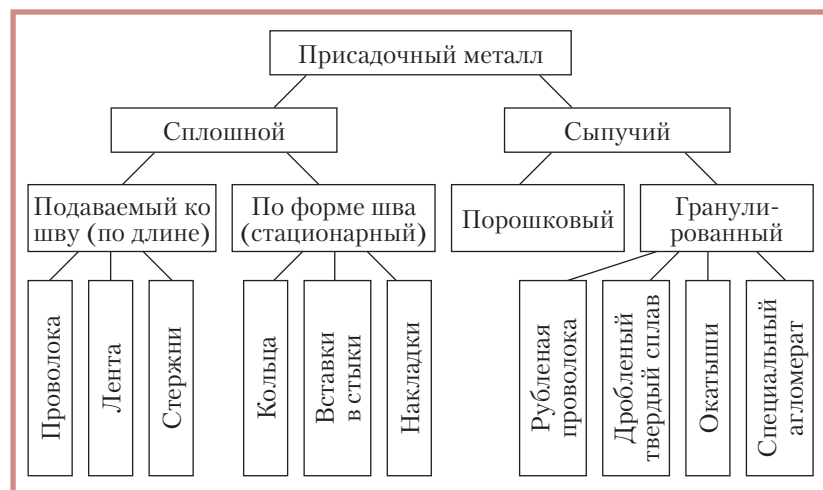


Рис. 25. Схема классификации присадочного металла

Хорошо известен и другой прием П47, предусматривающий предварительное оплавление или облицовку свариваемых кромок различными металлическими материалами. Он позволяет в ряде случаев эффективно решить задачу повышения качества шва и соединения в целом.

Механизацию процесса сварки плавлением (прием П48) многие годы считали одним из основных направлений развития соответствующих технологий. Это позволило повысить производительность труда, частично улучшить качество сварных швов и соединений, условия труда и технику безопасности. Но при лазерной, электронно-лучевой, а во многих случаях и дуговой сварке простая механизация не позволяет эффективно решать поставленные задачи. Поэтому дальнейшее развитие получает автоматизация процесса сварки (прием П49), связанная с выполнением начальных и конечных участков шва, направлением источника нагрева по стыку, управляемым переносом металла, раскладкой валиков и совершенствованием других элементов, в том числе позволяющих реализовать программно-управляемые технологии сварки различного назначения.

Именно последнее обстоятельство и необходимость дальнейшего повышения качества свариваемых изделий и освоения новых видов продукции способствовали широкому применению в мировом сварочном производстве роботизированных систем и ИТ-технологий (прием П50).

Главным аргументом в пользу применения роботизированной сварки в мировом сварочном производстве являются:

- обеспечение конкурентоспособности продукции за счет высокого качества сварных соединений и его стабильности при высокой производительности процесса изготовления сварных конструкций и изделий;
- возможность компенсации дефицита высококвалифицированных рабочих-сварщиков;
- возможность качественного улучшения экономических условий и снижения вредного влияния сварки на здоровье основного и вспомогательного персонала;
- обеспечение гибкости средств автоматизации в условиях мелкосерийного производства, доля которого постоянно возрастает.

Что касается ИТ-технологий, то они позволяют более акцентированно решать перечисленные выше задачи за счет использования различных сенсорных устройств для слежения за стыком, заполнением разделки, осуществлять в режиме реального времени анализ температурных полей в зоне шва, текущий расчет и анализ сварочных деформаций, фиксацию дефектов шва. Соответствующие устройства позволяют провести визуализацию режима сварки, температурных полей сварного соединения, контролировать сложные конструктивные формы и решать другие важные задачи.

Приведенный выше перечень приемов обычно используют не поодиночке, а в комбинациях, реализующих одновременно несколько приемов, и такое комбинирование дает качественно новые эффекты.

● #797



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

14-17 октября 2014 Крокус Экспо, Москва

При поддержке: МИИПРОМТОРГА России, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, Московской торгово-промышленной палаты, Союза машиностроителей России



Тематика выставки:

Металлообрабатывающие станки, кузнечно-прессовое оборудование, инструмент, автоматические линии, робототехника, комплектующие изделия, литейное производство, сварочное оборудование, обработка листового металла, лазерные технологии, измерительные приборы, программное обеспечение, деревообрабатывающее оборудование

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

Организатор выставки:
ООО «Райт Солюшнс»



+7 (495) 988-27-88
info@stankoexpo.com
www.stankoexpo.com

Генеральный информационный спонсор:



Импульсно-плазменное модифицирование рабочей поверхности инструмента из быстрорежущей стали

Ю. Н. Тюрин, д-р техн. наук, Л. И. Маркашова, д-р техн. наук, О. В. Колисниченко, канд. техн. наук, И. В. Дуда, М. Л. Валевиц, канд. техн. наук, Д. Г. Богачев, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

В машиностроении широко используют лезвийный металлообрабатывающий инструмент: пилы, метчики, долбки, концевые и цилиндрические фрезы, шпоночные, шлицевые и фасонные протяжки, сверла и др. Разрушающая нагрузка в инструменте действует, в основном, на переднюю поверхность режущего лезвия. По задней поверхности лезвия идет заточка инструмента. Этот инструмент, как правило, изготавливают из инструментальной быстрорежущей стали Р6М5, которая предназначена для работы в условиях высоких контактных нагрузок и температур. Представляет интерес улучшение комплекса физико-механических свойств рабочего слоя на передней поверхности режущего лезвия без разупрочнения всего объема металла инструмента.

Для упрочнения металлообрабатывающего инструмента из быстрорежущей стали используют методы поверхностной обработки концентрированными источниками энергии: лазерным и электронным лучами, плазменной струей. Но особенности теплоотвода от острого лезвия инструмента ограничивают использование этих методов. Высокая плотность мощности и длительная продолжительность теплового воздействия при использовании данных источников нагрева могут привести к перегреву острого лезвия и его разупрочнению.

Вакуумные методы плазмохимического синтеза и осаждения покрытий обеспечивают создание высокопрочной пленки (продуктов синтеза) на поверхности инструмента. Эти технологии реализуют на достаточно дорогом и энергоемком оборудовании, напыляемая поверхность требует тщательной подготовки, очистки, активации. Качественные покрытия осаждаются при температуре инструмента, близкой к температуре отпуска стали Р6М5.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработан и изготавливается комплекс оборудования для импульсно-плазменной обработки (ИПО) рабочих поверхностей деталей машин и инструмента. Оборудование позволяет совмещать комплексное циклическое (1–8 Гц) импульсное ($t_{\text{имп}} = 0,2 \dots 0,6$ мс) воздействие на поверхность обрабатываемого изделия: тепловое (до 10^6 Вт/см²) и электромагнитное (плотность тока до 10 кА/см², напряженность магнитного поля до $4 \cdot 10^5$ А/м). Основой нестандартного оборудования является генератор импульсной плазмы — плазматрон и электронный пульт управления системами подачи горючих газов, иницирования детонации, включения индуктивно-конденсаторного преобразователя электрической энергии (рис. 1). Пульт управления также отслеживает работу всех систем и обеспечивает безопасность работ путем контроля блокировочных сигналов.

Принцип работы генератора плазмы основан на разряде индуктивно-емкостного накопителя энергии через продукты детонационного сгорания горючих газовых смесей в коаксиальном межэлектродном зазоре плазматрона. Этот принцип существенно упрощает конструкцию плазматрона. А опыт работы плазматронов в промышленности подтвердил их высокую работоспособность, простоту в обслуживании и ремонтопригодность. Принятый принцип генерирования импульс-



Рис. 1. Часть оборудования для импульсно-плазменной обработки: а — генератор импульсной плазмы; б — автоматизированный пульт управления

ной плазмы позволяет упростить технологическое оборудование, которое отличается высокой надежностью и практически полностью комплектуется из стандартных элементов. Пульт управления состоит из стандартных приборов. Он обеспечивает управление подачей компонентов горючей газовой смеси, инициирование в ней детонационного режима сгорания и включение высоковольтного источника. В пульт заведены контакты от блокировочных реле, что позволяет контролировать и обеспечивать безопасность выполнения работ.

Технологические перемещения плазматрона и (или) упрочняемого изделия осуществляют с использованием стандартных двух-трехпозиционных манипуляторов или роботов.

ИПО осуществляют на воздухе, она не требует очистки и подготовки поверхности изделия. Технология весьма эффективна для упрочнения крупногабаритного инструмента, так как обрабатывается только рабочая поверхность режущего лезвия, что исключает нагрев и разупрочнение. Кроме того, модифицирование передней поверхности инструмента позволяет выполнить заточку инструмента и сохранить эффект от упрочнения в течение четырех-пяти переточек.

На рис. 2 показан зуб пилы, которая собрана из сегментов. Зубья упрочнены по передней поверхности. При эксплуатации острая кромка зуба пилы затупляется, и последующая ее заточка (три – пять раз) обеспечивает ее остроту и сохранение работоспособности.

Импульсно-плазменная обработка обеспечивает локальное и кратковременное воздействие на тонкий поверхностный слой изделия. Высокая плотность энергии оказывает влияние на структурные изменения и физико-механические свойства слоя инструментальной стали.

Работы по исследованию структуры и свойств поверхностного слоя проводили на образцах из быстрорежущей стали Р6М5, которые подвергали стандартной термической обработке – закалке и отпуску. ИПО проводили в режиме косвенного воздействия импульсной плазмой.

В результате исследований выявлено (рис. 3), что структура основного металла ($\delta > 100$ мкм от обрабатываемой поверхности) состоит из мелкоигольчатого мартен-

сита ($D_3 \sim 2,5 \dots 10$ мкм и $V = 70\%$), остаточного аустенита ($D_3 \sim 2,5 \dots 10$ мкм, $V = 20\%$) и карбидов ($D_3 \sim 0,5 \dots 20$ мкм, $V = 10\%$). Интегральная микротвердость сплава находится на уровне примерно 7010 МПа. Объемная доля упрочняющих карбидных частиц, расположенных в объемах зерен, составляет 8% при общей доле карбидов в материале 18%.

При использовании ИПО образцов с применением электрического разряда косвенного действия в обработанном слое (δ от 0 до 40 мкм) происходит измельчение в 1,5–2 раза аустенитно-мартенситных структурных составляющих ($D_3 \sim 1,5 \dots 5$ мкм), увеличение на 20% микротвердости HV до 9200 МПа (рис. 4).

Объемная доля упрочняющих карбидных частиц, расположенных в зернах, соответствует их доле в основном металле. Трещинообразования в поверхностных слоях после ИПО не наблюдается. Измельчение зерна в слое быстрорежущего сплава связано с легированием аустенита при растворении вторичных карбидов. При этом первичные карбиды не растворяются и тормозят рост зерна аустенита. Исследованиями концентрационных изменений химических элементов (Fe, Cr, W, V, Mo) по глубине слоя образцов из сплава Р6М5, обработанных ИПО, установлено их равномерное распределение, что свидетельствует об



Рис. 2. Схема упрочняющей обработки и последующей технологии заточки зубьев пилы



Рис. 3. Структура поверхностного слоя стали Р6М5 после импульсно-плазменной обработки, $\times 500$

отсутствии дополнительного легирования приповерхностных слоев за счет материала электрода. В сплаве имеются карбиды сложного химического состава типа Me_6C глобулярной формы $(FeCr)_3(W, Mo)_3C$ с преобладанием вольфрама с размерами частиц $d_q \sim 0,21 \dots 2$ мкм.

Исследованиями тонкой (дислокационной) структуры слоя на поверхности образца модифицированного ИПО

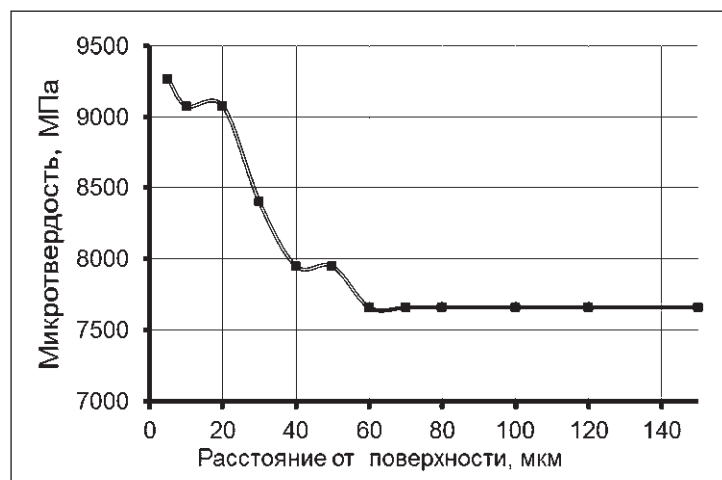


Рис. 4. Изменение микротвердости по глубине модифицированного слоя в стали Р6М5 после ИПО

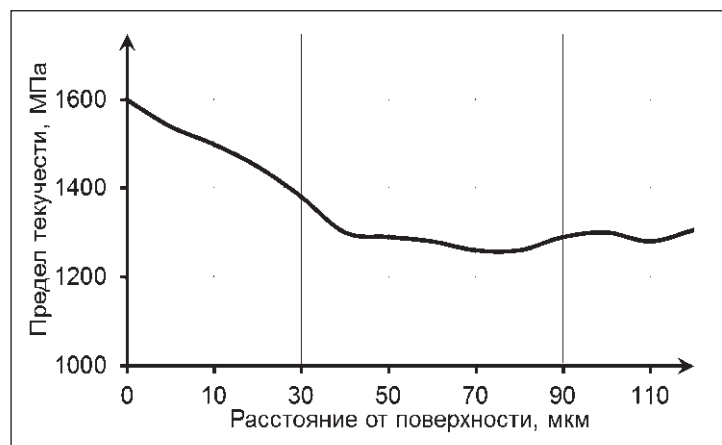


Рис. 5. Изменение предела текучести ($\sigma_{0,2}$) по глубине обработанного слоя стали Р6М5 после ИПО

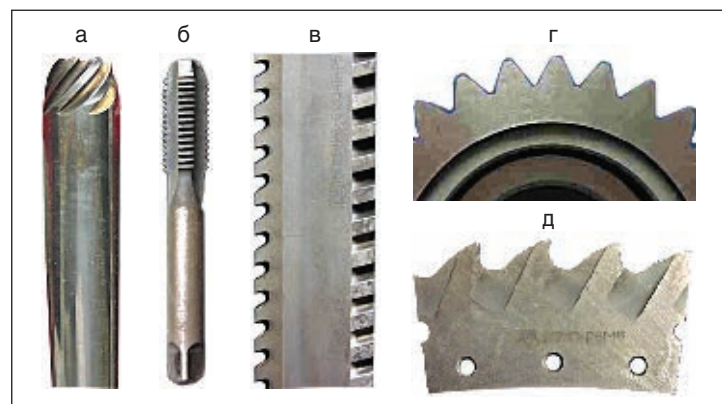


Рис. 6. Инструмент после ИПО: а — концевая фреза; б — метчик; в — протяжка; г — зуборезная фреза; д — часть составной пилы

установлено, что в обработанном слое (δ до 40 мкм) происходит повышение плотности дислокаций ρ до $2 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$ в мартенсите по сравнению с ρ до 10^{11} см^{-2} в основном металле. Это согласуется с результатами измерения микротвердости, которое выполняли оптическими методами.

Исследованиями установлено, что в приповерхностных слоях сплава Р6М5 после ИПО происходит диспергирование структуры, увеличение плотности дислокаций и равномерное ее распределение. Наблюдается также отсутствие значительных градиентов по дислокационной плотности, что положительно сказывается на прочности материала приповерхностных слоев. Отмечено, что в результате ИПО в приповерхностных слоях материала отсутствуют очаги зарождения и распространения трещин (не формируются резкие градиенты напряжений — протяженные дислокационные скопления), что способствует высокой трещиностойкости сплава. Прочность повышается в результате измельчения структуры, повышения общей плотности дислокаций, а также дисперсионного упрочнения сплава.

Аналитическая оценка прочностных свойств ($\sigma_{0,2}$) модифицированного слоя сплава Р6М5 за счет изменения структурных параметров показала, что общий уровень прочности $\sigma_{0,2}$ повышается на 25% (1400–2160 МПа при 1300–1800 МПа в основном металле). Это обусловлено возрастанием вклада отдельных составляющих, а именно: субструктурного ($\Delta\sigma_c$ до 490–870 МПа), зеренного ($\Delta\sigma_z$ до 440–640 МПа), дислокационного ($\Delta\sigma_d$ до 200–283 МПа) упрочнений, а также упрочнения за счет дисперсных частиц ($\Delta\sigma_q$ до 60–150 МПа).

На импульсно-плазменных установках были упрочнены промышленные партии различного лезвийного инструмента, изготовленного из стали Р6М5. Некоторые типы инструмента показаны на рис. 6. Промышленные испытания инструмента показали, что его работоспособность, как правило, повышается в 2–3 раза. Инструмент восстанавливали способом абразивного затачивания по задней кромке, и эффект от упрочняющей обработки сохранялся до 3–5 переточек.

Влияние вида материала и технологии распыления на строение плазменной струи и величину ее давления на подложку

О. Г. Быковский, д-р техн. наук, А. Н. Лаптева, А. В. Фоменко, Запорожский национальный технический университет, А. В. Чечет, АО «Мотор-Сич»

При плазменном напылении в качестве распыляемого материала используют различные порошки и проволоку. Введенные в столб плазменной струи, они разогреваются до высокой температуры и с большой скоростью (100–200 м/с) соударяются с подложкой, формируя покрытие заданного состава. При этом порошкообразные материалы плохо прогреваются в высокотемпературной зоне плазмы вследствие малого времени пребывания в ней (примерно 10–3 с), формируя факел из газовой плазмы и расплавленных капель с высокотемпературной частью в центре и низкотемпературной на периферии.

Плазма с частицами образует рассредоточенный факел (рис. 1, а), вследствие чего его плотность уменьшается, как и силовое воздействие на подложку. Собранные в калориметр крупные частицы в основном имеют неправильную форму с оплавленными краями. Мелкие частицы перегреваются выше температуры кипения, частично переносятся в парообразном состоянии, коагулируют и приобретают правильную сферическую форму.

При распылении токоведущей проволоки вначале происходит ее капельное плавление, после чего отдельные капли вытягиваются в нитевидные микроструи различной длины

и толщины, формируя более компактное и плотное пятно на подложке (рис. 1, б). Этому способствует также дополнительное обжатие плазменной струи транспортирующим холодным воздухом, в результате чего плотность энергии и давления возрастают. Такой характер переноса частиц токоведущей проволокой справедлив как при распылении сравнительно легкоплавких материалов (алюминий, медь и ее сплавы, стали), так и тугоплавких (молибден, вольфрам). Собранные в калориметр частицы имеют правильную сферическую форму различного размера (рис. 2), причем размеры капель, по-видимому, определяются объемом жидкого металла в каждой микроструе. Различия в химическом составе и агрегатном состоянии исходных материалов сказывается не только на строении плазменно-металлической струи, но и на нагреве материалов в струе плазмы и ее силовом воздействии на подложку. Соударение высокотемпературной плазменной струи, содержащей металлические частицы, сопровождается зна-

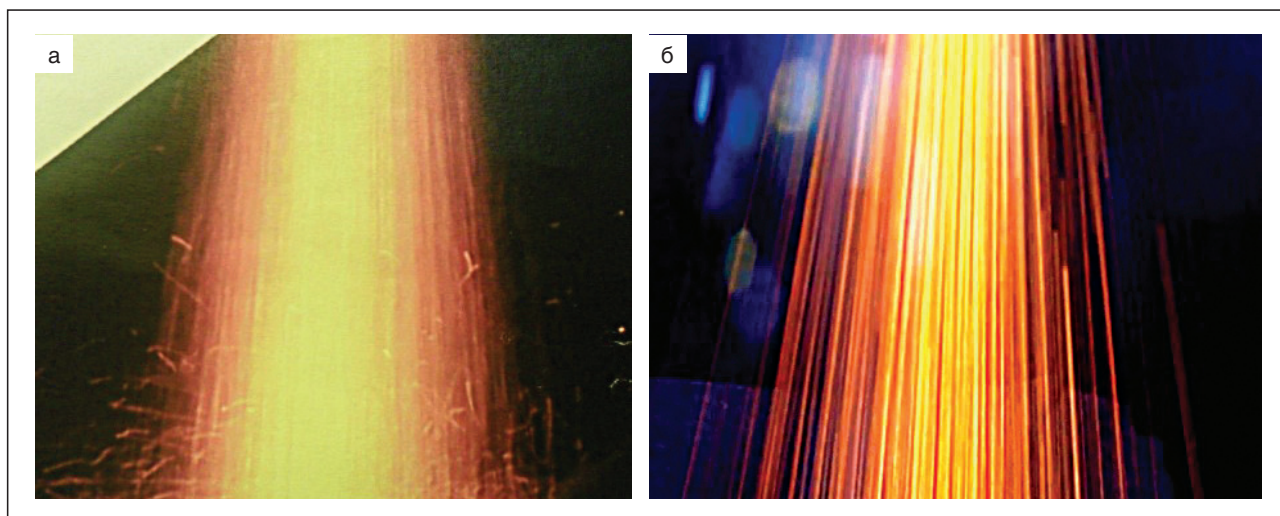


Рис. 1. Внешний вид факела распыленного порошкообразного материала ПЦПК 63Н30 (а) и микроструй из распыленной токоведущей медной проволоки М1 (б)

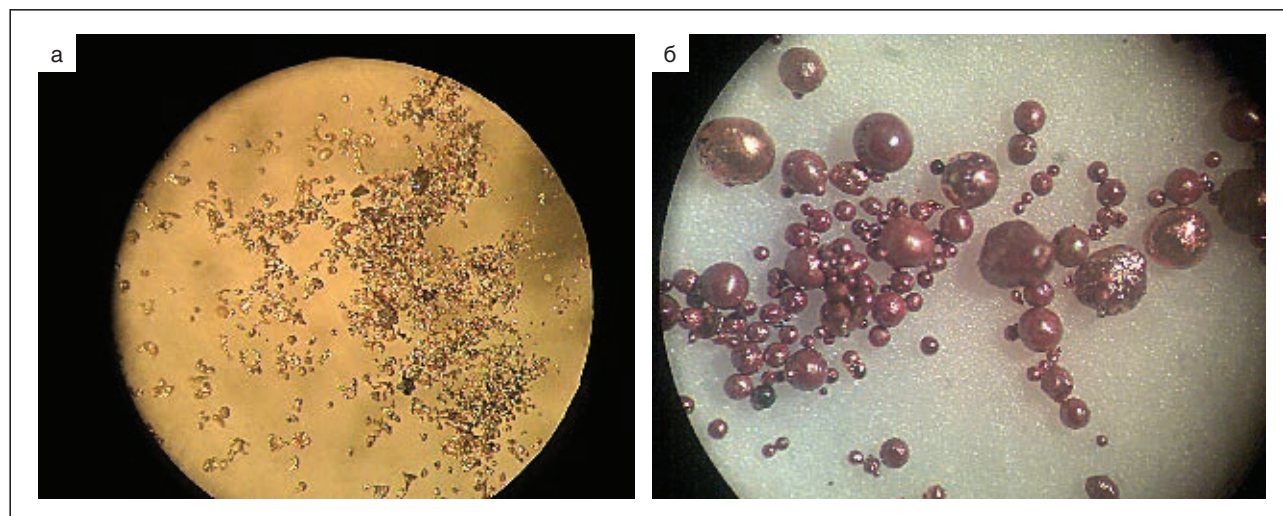


Рис. 2. Внешний вид частиц, распыленных в калориметр, порошком ПРЛ 63 (а) и токоведущей проволокой М1 (б), $\times 50$

чительным силовым давлением, что влияет на эффективность физико-химического взаимодействия в контакте струя — подложка и в конечном итоге определяет прочностные и специальные свойства покрытия.

Это давление состоит из напорной или динамической составляющей и импульсной составляющей, определяемой эффектом гидравлического удара. Действие последней проявляется в очистке поверхности подложки и создании физического контакта за время примерно 10–9 с, а ее величина может составлять от 300 до 1000 МПа. Напорное давление по длительности действия на 2–3 порядка превосходит длительность импульсивного давления и может составлять 50–100 МПа. Очевидно, что для отдельно взятой частицы, диаметр которой до удара близок к площади участка контактной поверхности, эти теоретические значения могут иметь место, хотя экспериментально определить величину давления отдельной капли за столь короткий промежуток времени не представляется возможным. Поэтому такая величина напорного давления вызывает сомнение, особенно, если выполнить соответствующие расчеты.

В то же время, при использовании пьезоэлектрических и интерферометрических методов измерения давления водородной плазменной струи в процессе облучения материалов импульсным источником плотной плазмы с большой кинетической энергией, было установлено, что на расстоянии 155 мм максимальное ее значение составляет 0,23 МПа, хотя параметры режима при этом не были указаны.

В реальных условиях плазма с металлическими частицами продолжительное время действует на гораздо большую площадь, образуемую пятном напыления; величина давления по диаметру пятна нагрева неравномерна и, очевидно, будет подчиняться, как и температура, закону нормального распределения. Именно эта величина давления будет оказывать воздействие на формирование реального плазменного покрытия.

Авторами статьи было проведено прямое измерение величины давления плазменных струй с металлическими компонентами, без них, а также давление холодных газовых струй.

Порошки напылялись на установке плазменного напыления плазмотроном METCO 9МС с подачей порошка в плазменную струю под прямым углом на расстоянии 5–6 мм от среза сопла плазмотрона, а токоведущая медная проволока распылялась плазмотроном фирмы «Плазматех».

Величину давления плазменных струй измеряли на расстоянии 100 мм от среза сопла до подложки с помощью электронных весов марки SF 400 с точностью до 1 г.

Таблица 1. Состав материалов и параметры режима их распыления

Материал	Параметры режима процесса							
	Размер фракций, мкм	$I_{св}, А$	$U_{д}, В$	$Q_{пор}, г/мин$	Расход газа, л/мин			
					плазмо-образующего		транспортирующего	
					Ar	N ₂	Ar	воз-дух
ПЦПК 63Н30 70% ZrO ₂ + 30 % Ni	60–100	560	53	41,5	38	10,6	9,5	—
ПКХТН 30 30% (TiC + Cr ₃ C ₂) + + 70% Ni	60–100	600	50	47	38	10,6	9,5	—
ПРЛ 63 63% Cu + 30% Zn	40–100	410	35	50	36	—	9,5	—
Медь М1	d _{эл} = = 1,6 мм	200	68	—	40	—	—	150

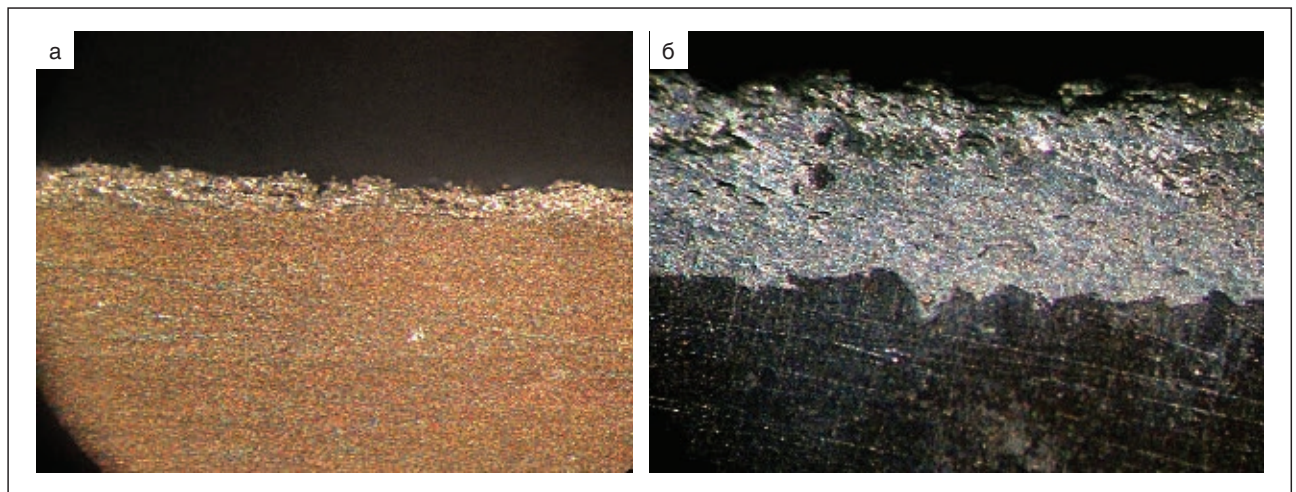


Рис. 3. Формирование покрытия, выполненного напылением порошком ПЦПК 63Н30 (а) и алюминиевой проволокой АО (б) на сталь Ст3, $\times 50$

Материалы и параметры режима процессов приведены в табл. 1.

Выбранные для исследования материалы находят практическое применение в авиамоторостроении: порошок ПЦПК 63Н30 наносится в качестве теплозащитного покрытия на детали из стали ЭИ 961, порошок ПКХТН 30 наносится в качестве теплозащитного покрытия на детали из титана марки ВТ6, а порошок ПРЛ 63 наносится на детали из стали ЭИ 961 в качестве материала для приработки изделия. Медная проволока марки М1 распыляется на контактные поверхности алюминиевых изделий, применяемых в электротехнике, для повышения их электропроводности.

Азот добавляли в состав плазмообразующего газа для получения оптимальной величины напряжения при распылении порошков.

Установлено (табл. 2), что напорное давление плазмы с металлическими порошкообразными частицами в среднем в 2 раза превышает давление чистой плазменной струи. Холодная газовая струя с теми же параметрами расхода практически не оказывает давления на подложку, величина усилия воздействия не превышает 1 г.

Покрытие, нанесенное порошкообразными материалами, формируется из отдельных капель, которые при затвер-

ждении действительно образуют «сплеты», часто перекрывающие друг друга. Однако при этом иногда остаются участки, не заполненные металлом, и отдельные поры, что не обеспечивает его сплошности и плотности (рис. 3, а). По-видимому, это связано с недостаточной температурой перегрева капель и меньшим напорным давлением, не обеспечивающим полноценное растекание металла по поверхности.

В то же время при распылении токоведущей медной проволоки напорное давление оказывается на порядок выше по сравнению с давлением распыляемых порошков, что примерно при одинаковых значениях удельного веса этих материалов можно отнести за счет значительного воздействия высокого расхода транспортирующего газа — воздуха. Это нашло свое подтверждение при воздействии на чашу весов только холодной смеси из аргона и воздуха, когда напорное давление составило 0,016 МПа. Следовательно, вклад воздействия плазменной струи с металлом и транспортирующим воздухом составили 0,0052 МПа, или 25 %. С учетом этого обстоятельства можно считать, что нитевидные металлические микроструи, попадая на шероховатую подложку, образуют значительные по объему участки перегретого жидкого металла, которые под действием напорного давления растекаются по шероховатой поверхности и в сочетании с капиллярным эффектом заполняют микронеровности и микропоры, обеспечивая получение качественного плотного соединения в контакте подложка — напыленный слой (рис. 3, б).

Таблица 2. К расчету напорного давления в пятне нагрева подложки

Напыляемый материал	Пятно нагрева		Усилие воздействия, г		Напорное давление σ , МПа	
	Диаметр, мм	Площадь, мм ²	Плазма с металлом	Плазма без металла	Плазма с металлом	Плазма без металла
ПЦПК 63Н30	16	201	48	21	0,0023	0,0011
ПКХТН 30	19	283	51	21	0,0018	0,0007
ПРЛ 63	22,5	379	20	12	0,0005	0,0003
Медь М1	12	113	240	—	0,0212	—

Примечание. Усилие воздействия плазмы без металла измерялось без подачи транспортирующего порошки газа.

Сварка чугунный изделий ответственного назначения. Из опыта Уралмашзавода

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

Сварочное производство Уралмашзавода за свой более чем 80-летний период складывалось таким образом, что, наряду с изготовлением уникальных стальных конструкций, был накоплен обширный опыт ремонтной сварки изделий из чугуна.

В течение многих лет были выполнены все виды сварки чугуна — горячая, полугорячая, холодная.

Горячая сварка была применена для устранения трещины в цилиндре пресса для вытяжки заготовок кислородных баллонов для Старотрубного завода (Первоуральск). Технология ремонтных работ включала в себя подготовку к сварке — удаление трещины. Для устранения утечки ванны расплавленного металла произвели формовку разделки формовочными материалами, применяемыми в литейном производстве. В термической печи был произведен общий подогрев детали до 600 °С. Заполнение разделки выполнили механизированной сваркой порошковой самофлюсующейся проволокой ППЧ-1 при температуре 500–550 °С, после чего цилиндр поместили обратно в печь, нагретую до температуры примерно 600 °С, для замедленного охлаждения тела цилиндра.

Полугорячая сварка (выполняется при нагреве детали до 120–250 °С) была применена для восстановления станины пресса усилием 3000 тс, разрушенной на пять частей (рис. 1). Материал — СЧ20.

Подготовка к сварке заключалась в снятии вручную фасок с общим углом раскрытия примерно 65–70°; постановке завертышей в разделки; сборке траверсы; установке элементов, фиксирующих геометрические размеры траверсы; установке элементов, предотвращающих угловую деформацию свариваемых частей траверсы (рис. 2).

Общий нагрев траверсы перед сваркой до температуры около 250 °С выполнен в печи с выкатным подом, на нем же была произведена сварка медными электродами с обмазкой «Комсомолец». В зону горения дуги также подавалась порошковая проволока ПАНЧ-11 (94–96 % Ni).

После длительной эксплуатации в цилиндре сваеабивающей машины образовалась сквозная трещина, вызывающая течь воды. Работоспособность этой детали была восстановлена по следующей технологии:

- отпуск при температуре примерно 550 °С для снятия эксплуатационных напряжений;
- устранение сквозной (толщина стенки 130 мм) трещины длиной 120 мм вручную борфрезой с образованием одно-сторонней V-образной разделки с углом раскрытия 60°;



Рис. 1. Разборка сломанных частей пресса





Рис. 3. Полугорячая сварка чугунных изложниц: а — положение изложницы при предварительном и сопутствующем подогреве в процессе ремонтной сварки; б — разбивка протяженной разделки на отдельные участки; в — вид наплавленного металла

- общий предварительный нагрев в печи до температуры 150–170 °С;
- облицовка кромок разделки в один слой;
- сварка заполняющих валиков;
- сразу же после сварки, не допуская охлаждения ниже 100 °С, отпуск при 550 °С;
- охлаждение цилиндра с печью до температуры цехового воздуха.

Для сварки применили железисто-никелевые электроды.

Большой объем полугорячей сварки приходится не устранение литейных дефектов. Так, нагрев изложниц (рис. 3) осуществляют стандартным газокислородным резаком, помещенным внутрь этой детали. Концентрацию теплоты обеспечивает, с одной стороны, пол, а с другой стороны, лист железа, установленный на верхней части изложницы. Дополнительная аккумуляция теплоты обеспечивается за счет отражения тепловых потоков вследствие воздействия сварочной дуги от боковых стенок изложницы. Сварку выполняли железисто-никелевыми электродами.

При небольшой массе заготовок целесообразно создавать основание из шамотного кирпича, на который ставят ремонтируемую деталь, а общий подогрев до заданной температуры осуществлять горелкой или подогревающим пламенем газокислородного резака, обеспечивая при этом необходимую теплоизоляцию.

Однако в практике машиностроительных заводов не всегда удается выполнить равномерное распределение теплоты по сечению крупногабаритных толстостенных заготовок сложной формы, поэтому большой объем сварочных работ выполняют **холодной сваркой чугунных заготовок**. Объем применения этого вида сварки широк: устранение наружных литейных дефектов на стадии отделки отливок, подприбыльных усадок и пр. (рис. 4, 5). Глуби-



Рис. 4. Виды разделок после удаления дефектов



Рис. 5. Сварка крышки подшипника. Электроды «Комсомолец»

Рис. 6.
Устраненная
сквозная
трещина



Рис. 7.
Сварка
кольца:
а, б —
фрагменты
приваренных
элементов;
в — вос-
становленная
заготовка
кольца

на разделок может достигать 150 мм, длина 1500 мм.

При механической обработке возможно вскрытие внутренних литейных дефектов. Заварка дефектов, вскрывшихся при заключительной механической обработке, исключает предварительный подогрев и последующую термическую обработку. Не всегда конструкция детали или вид дефекта позволяют установить завертыши.

На рис. 6 показана заваренная сквозная трещина на кольце (толщина 40 мм, ширина 350 мм, диаметр кольца 600 мм, V-образная односторонняя разделка, угол раскрытия фасок 70°).

При устранении трещин в отливках сложной формы эффективно применение «тепловых» домкратов, которые позволяют создавать в разделках сжимающие напряжения.

Общеизвестно, что чугун отличается повышенной хрупкостью, поэтому в процессе операций отделки отливок (удаление приливов, транспортные операции и др.) весьма высока вероятность их поломки. На рис. 7 показаны этапы восстановления целостности кольца электродами «Комсомолец».

На рис. 8 показана крышка редуктора с выломанным куском в стенке и с трещиной. Дефекты были устранены путем сварки выломанного куска, удаления трещины слесарным инструментом и последующей заварки разделки. Использовали электроды «Комсомолец».

Применяли сварку стальных пластин и закладных деталей в жесткий контур. Взамен неотлитых элементов производили многослойную наплавку с последующим приданием наплавленному металлу с помощью различных технологических операций размеров, соответствующих чертежам.

Особый вид работ по холодной сварке чугуна представляют работы по восстановлению работоспособности деталей уникального технологического оборудования (рис. 9–12).

В процессе эксплуатации чугунных изделий возможно образование сколов на внутренней или наружной поверхности. Эти дефекты устраняют путем предварительной установки шпилек с последующей сваркой стальными электродами. Найден-



Рис. 8. Внешний вид изломанной крышки редуктора



Рис. 9. Восстановленный люнет уникального токарного станка (сварочный материал Э50А)



Рис. 10. Восстановленная крышка разрушенной пилы



Рис. 11. Кожух электродвигателя строгательного станка, подготовленный к восстановительным работам

ные решения позволили продлить жизнь изложниц, увеличить число наливов до 20 и более.

В качестве примера лито-сварной конструкции можно привести памятник «Петр 1 и Акинфий Демидов» (скульптор К. В. Грюнберг), изготовленный Металлургическим заводом ОАО «Уралмаш». Материал — серый чугун СЧ12. Памятник состоит из отдельных отливок, соединенных между собой сварными швами, длина которых около 140 м. Свариваемые толщины 20–40 мм. Электроды из монель-металла (сплав меди и никеля) марки ММ-1 (рецепт УЗТМ).

Многолетний опыт Уралмашзавода говорит о том, что и при холодной сварке чугуна можно выполнять ремонтные работы, гарантирующие многолетнюю успешную эксплуатацию восстановленных изделий.

Автор с благодарностью отмечает, что необходимую техническую помощь в вы-



Рис. 12. Вид восстановленной планшайбы карусельного станка

полнении работ по сварке чугуна на Уралмаше оказывали Г. Н. Ларин и В. В. Баженов (ЦНИИТМАШ), Ю. Я. Грецкий, Ю. А. Стеренбоген (ИЭС им. Патона), работники ВНИИЛИТМАШ и др.

● #800

Применение биметаллических электродов для контактных сварочных машин

В. А. Аношин, В. М. Илюшенко, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Эффективность контактной сварки во многом определяется работоспособностью электродов — сменного быстроизнашивающегося инструмента контактных сварочных машин. Ресурс работы электродов зависит от многих факторов: состава свариваемого материала, толщины соединяемых деталей, режима и темпа сварки, условий охлаждения и других, но первостепенное значение имеет правильный выбор материала электрода, а также способ его изготовления. Особенно заметно снижается этот ресурс при контактной сварке оцинкованных сталей (в 10–20 раз ниже по сравнению со сваркой стали без покрытия). Поэтому разработка новых жаропрочных материалов на медной основе с повышенной температурой разупрочнения и минимальной адгезией материала электрода к расплавленному цинку является актуальной.

Наиболее широкое применение для изготовления электродов для контактных машин в различных странах нашли сплавы типа хромовой и хромоциркониевой бронзы. В последнее время вместо этих бронз, полученных традиционным металлургическим способом, все чаще используют дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе меди (с добавками тугоплавких соединений). В частности, это — материал GlidCop Al-60, полученный методом внутреннего окисления. Однако его использование сдерживает достаточно высокая стоимость, обусловленная сложностью технологии его изготовления.

Одной из новых разработок для этих целей является наноконпозиционный материал ДИСКОН С16.102, который изготавливают методом механо-реакционного легирования в высокоэнергетических и быстроходных атритторах с последующей грануляцией и горячим прессованием (ООО «ЦНИИМТ «ДИСКОН», Россия). Упрочнение медной основы (матрицы) обеспечивается равномерно распределенными

в ней механо-химически синтезированными нанодисперсными (10–40 нм) тугоплавкими частицами, которые образуются в результате твердофазных реакций между введенными в матрицу химическими элементами и которые не растворяются в ней. Такой материал имеет гетерогенную дисперсно-упрочненную структуру и обладает высокими температурой рекристаллизации, жаропрочностью, электропроводностью и эксплуатационной стойкостью.

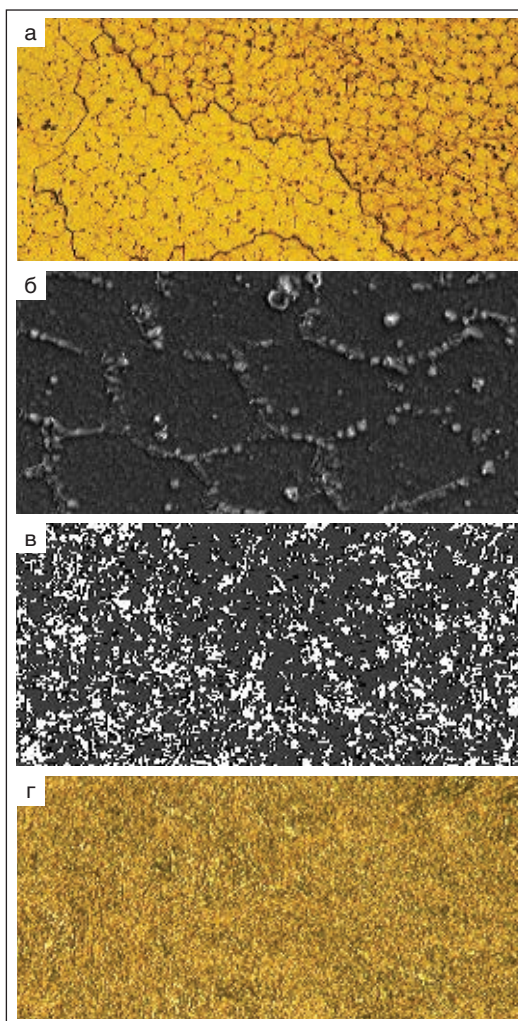
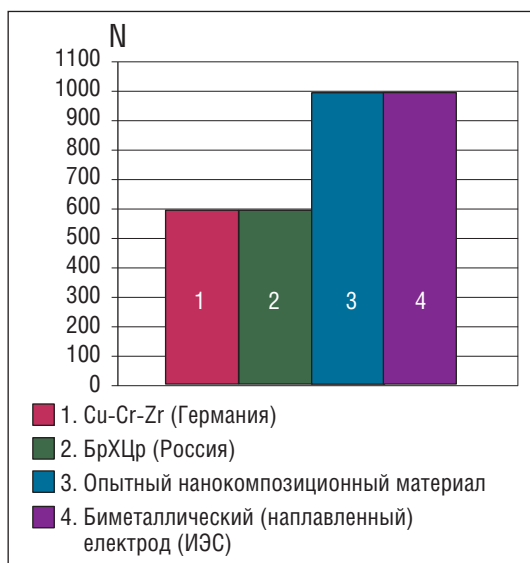


Рис. 1. Микроструктура: а — биметаллический (наплавленный) слой $\times 200$; б — ячеистая субструктура рабочей части биметаллического электрода (растровый электронный микроскоп); в — БрХЦр (Россия) $\times 200$; г — опытный наноконпозиционный материал $\times 200$

Рис. 2. Стойкость различных электродов до первой переточки при точечной сварке горячеоцинкованной стали (N — количество сваренных точек)



В последние годы в ИЭС им. Е. О. Патона проводили исследования по разработке технологии изготовления биметаллических электродов для контактной сварки методом дуговой наплавки рабочей части электрода на медную заготовку неплавящимся электродом в среде защитного газа с использованием специальной присадочной порошко-

вой проволоки. На основании теоретического анализа физических свойств элементов и экспериментальных исследований был выбран оптимальный состав присадочной порошковой проволоки для наплавки. Результаты испытаний электродов из различных материалов при контактной точечной сварке оцинкованной стали толщиной 0,8 мм, а также исследования особенностей структуры наплавленного металла (рис. 1) показали, что повышенная стойкость биметаллических электродов обусловлена ячеистой субструктурой наплавленного рабочего слоя. Эксплуатационная стойкость биметаллических электродов находится на уровне нанокпозиционного материала (рис. 2).

Таким образом, в условиях мелкосерийного производства целесообразно использовать биметаллические электроды, полученные дуговой наплавкой. При этом может применяться как восстановительная, так и изготовительная наплавка. Такая технология экономически более эффективна и доступна для любого предприятия.

● #801

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»

Г. И. Лашенко. 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 трение-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.



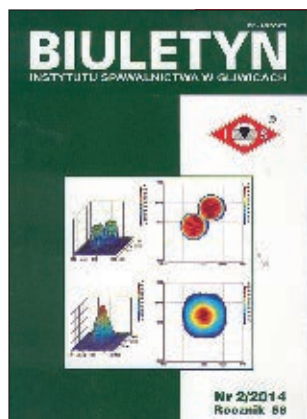
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 360 с.

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: mozgovojvf@rambler.ru. МОЗГОВОЙ Виктор Федорович



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) № 2–2014

Б. Е. Патон. Исследования и разработки ИЭС им. Е. О. Патона для современной энергетики

M. Banasik. Лазерная резка. Прогресс в развитии оборудования

A. Pietras, M.St. Weglowski. Дефекты в соединениях, полученных сваркой трением с перемешиванием FSW и неразрушающие методы контроля

T. Pfeifer. Применение тока переменной полярности при MIG сварке сплавов алюминия

A. Sawicki. Влияние квазистатических изменений давления газа на моделирование

электрической дуги электротехнологических установок

R. Schafer, P. Pasquale. Промышленное использование магнитного импульса (ЕМРТ) при формировании, сварке давлением, сжатии и резке



Содержание журнала «Welding&Material Testing» (Румыния) № 1–2014

J. Genov, V. Kamburov, A. Nikolov, Y. Sophronov. Напряженное состояние при высокой пластической деформации двутаврового равнополочного швеллера

S. Galatanu, L. Kun, H. Dascau, M. Dome. Исследование воздействия вредных и опасных факторов на работников сварочного производства

J. Bendayan. Анализ повреждений гребня турбины

D. Coman, N. Vrinceanu, S. Oancea. Инновационные эко-окрашенные композитные материалы



Содержание журнала «В Мире неразрушающего контроля» (Россия) № 1–2014

Е. М. Вышемирский. Техническая политика ОАО «Газпром» в области сварочного производства и неразрушающего контроля качества сварных соединений

В. В. Козлов. Особенности организации и проведения НК в ООО «Газпром трансгаз Томск». Квалификационные испытания мобильного дефектоскопического комплекса для рентгентелевизионного контроля качества сварных соединений труб газопроводов

В. М. Силкин, Ю. А. Соловьев, Е. О. Стеклова, Д. Г. Будревич, Э. Р. Кривцов, А. А. Латышев, З. В. Ключев, Ф. В. Квасов, И. И. Михайлов. Особенности квалификации и внедрения АУЗК сварных соединений сухопутных участков

газопроводов с применением многоэлементных акустических систем (фазируемых решеток)

А. В. Иванов, В. А. Чайковский, И. А. Шундрик. Опыт применения TOFD (дифракционно-временного метода УЗК) при контроле сварных соединений трубопроводов и толстостенных объектов

Т. Н. Белослудцев, А. Ю. Котоломов, Д. С. Тихонов. Проблемы выявления дефектов продольных швов труб под заводской изоляцией при капитальном ремонте технологических трубопроводов компрессорных станций с применением внутритрубных ультразвуковых систем

А. Н. Варламов. Опыт эксплуатации комплекса цифровой радиографии в полевых условиях: положительные и отрицательные стороны

В. И. Хоменко, А. Я. Сударкин, И. Л. Семенов. Компьютерная паспортизация качества соединений, выполненных стыковой контактной сваркой оплавлением

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



Г. И. Лашченко. 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. Лашченко. Способы дуговой сварки стали 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

В поисках инноваций: «Сварка 2014»

XVI Международная выставка «Сварка/Welding 2014», состоявшаяся в выставочном комплексе «Ленэкспо» 24–27 июня 2014 года, привлекла в два раз больше участников, чем в прошлом, — более 250 компаний из 18 стран. Это подтверждает значимость процессов и технологий сварки для промышленности.

Посетители и специалисты выставки смогли ознакомиться с новинками ведущих разработчиков и производителей сварочного оборудования и материалов, среди которых НПФ «Инженерно-технологический сервис», «Уралтермосвар», «Техно-трон», «ТКС-Холдинг», Лосиноостровский электродный завод, Государственный рязанский приборный завод, «Крон — СПб», «Эсаб», «Линкольн Электрик», «Пемамек», «Полисуд», «Инвент», «Технологический центр «Техносвар», «Межгосметиз» и другие.

Живой интерес у посетителей экспозиции, число которых составило более 3500 человек, вызвали национальные стенды Германии и Китая, крупнейших поставщиков сварочного оборудования и материалов. При содействии Министерства экономических связей и энергетики Германии, Выставочного комитета немецкой экономики AUMA, Союза сварщиков Германии (DVS) и компании MesseEssenGmbH была организована официальная презентация компаний из Германии. В числе участников стенда: производитель оборудования для контактной сварки — компания Düring, компания DWT, специализирующаяся на оборудовании для подготовки под сварку кромок труб, и компания HB Schutzbekleidung GmbH, представляющая средства защиты сварщика.

На стенде КНР, организованном при поддержке Китайского машиностроительного общества (CMES), свои изделия и услуги представили 25 предприятий.

В рамках насыщенной деловой программы, сопровождавшей выставку, состоялось 12 мероприя-

тий — конференции, семинары, круглые столы и презентации, в которых приняли участие представители международных отраслевых союзов, специалисты ведущих российских компаний и предприятий, а также представители научно-исследовательских институтов и высших образовательных учреждений России и зарубежных стран.

Ключевым мероприятием стала Международная конференция «Актуальные проблемы повышение эффективности сварочного производства». Специалисты обсуждали актуальные вопросы развития и модернизации отрасли, а также тенденции, формирующиеся на мировом рынке сварочного оборудования. Как отметил директор Международного общества сварки (GSI) Клаус Миддельдорф, выступая в рамках конференции, российский рынок продолжает оставаться в числе пяти крупнейших мировых рынков сварочного оборудования и технологий соединения. По его словам, в 2013 году общий объем поставок в РФ продукции и услуг, относящихся к технологиям сварки и резки, составил свыше \$930 млн. При этом крупнейшими поставщиками сварочной техники на российский рынок являются германские компании, на долю которых приходится около 20% от общего объема поставок, китайские производители занимают вторую позицию — 18%.

В свою очередь, президент Национального агентства контроля сварки (НАКС) Николай Алешин подчеркнул, что российские технологии в области сварки развиваются и соответствуют современному уровню. По его мнению, подтверждение этому можно найти на экспозиции в «Ленэкспо».





При этом прорывной технологией остается гибридная сварка, которая сегодня применяется на российских судостроительных верфях. Специалист также отметил, что в целом интерес к сварочной отрасли возрастает, об этом свидетельствует увеличение площади выставки на 15 % до 3300 кв. м.

Техническая политика в области сварочного производства компании «Газпром» обсуждалась в рамках научно-практической конференции «Современные технологии сварки, оборудование и материалы для строительства и ремонта магистральных трубопроводов». По словам начальника отдела главного сварщика Департамента капитального ремонта компании «Газпром» Евгения Вышемирского, ежегодно при проведении ремонтно-строительных работ собственными силами дочерних обществ компании «Газпром» сваривается более 200 тысяч сварных стыков, которые выполняют сварщики, сосредоточенные в 18 газотранспортных и 7 газодобывающих обществах. В целях контроля этой деятельности компания разрабатывает нормативные документы по технологиям сварки и контроля сварных соединений. На сегодняшний день ведется работа по актуализации, сокращению количества и систематизации более 50 таких документов, разработанных в период с 2006 по 2012 гг.

Обсуждая вопрос кадрового резерва отрасли перед конкурсом дипломных проектов выпускников сварочных кафедр петербургских вузов, эксперты отметили, что объединение международного профессионального сообщества сварщиков решит проблему нехватки квалифицированных кадров в области соединительных технологий. Так, директор Союза сварщиков Германии (DVS) Роланд Беккинг отметил, что нехватка квалифицированных кадров — это не локальная проблема, поэтому союз готов сотрудничать с другими организациями по подготовке специалистов для отрасли.

В Центре деловых контактов в дни выставки состоялось более 80 бизнес-встреч, в том числе с таки-



ми крупными потребителями, как «Газпром», «Ленинградский металлический завод», «Заполярипрогражданстрой», «Адмиралтейские верфи», Производственное объединение «Севмаш», «Электросила» и «Ладожский транспортный завод». Кроме того, в рамках выставки состоялся конкурс «Золотая сварка», по итогам которого 12 участников-победителей получили дипломы и почетные знаки.

Генеральный спонсор мероприятия — ООО «Техногаз», спонсор — ООО «ГАЗКОМПЛЕКТ СЕВЕРО-ЗАПАД». Партнеры выставки — ООО «Атлантинвест», ООО «ВАГ», ООО «ГазКомИнжиниринг».

Организатором выставки является компания «ЭкспоФорум-Интернэшнл» в партнерстве с ОАО «Газпром», Альянсом сварщиков Санкт-Петербурга и СЗФО, компанией MesseEssenGmbH (Германия) и Китайским машиностроительным обществом (CMES). Проект проходит при поддержке Правительства Санкт-Петербурга, Национального комитета по сварке РАН, Национального агентства контроля сварки (НАКС), Союза промышленников и предпринимателей РФ, Торгово-промышленной палаты РФ, Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга.

● #802

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799
780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791
792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803
804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815
816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827
828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839
840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851
852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863

Ф. И. О. _____

Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2014 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Виды деятельности предприятия _____
Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____
Тел. _____ Факс _____
Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____
Тел. _____ Факс _____
Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____
Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2014 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	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

Стр. (площадь)	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



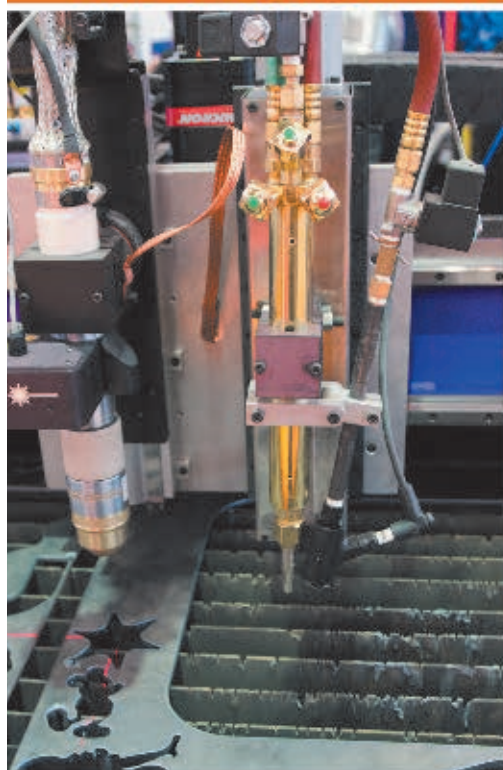
weldex
РОССВАРКА

**14-я Международная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий**

**7–10 октября 2014 года
Москва, КВЦ «Сокольники»**

Всё для сварки, резки и наплавки!

Более 250 компаний из 20 стран мира!



+7 (495) 935 81 00

www.weldex.ru

забронируйте стенд на сайте www.weldex.ru

Реклама

Организатор:



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

Официальная поддержка:



Российское
научно-техническое
сварочное общество



European Welding Association



ММАГС

**Генеральный
информационный партнер:**



Журнал
«Сварочное производство»



**ООО МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОМПАНИЯ "ВИКШАЙН"
ТОРГОВЫЙ ДОМ "ОЛЬГА"**



**ТЯНЬЦИНЬСКАЯ ГРУППА КОМПАНИИ
СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ЗОЛОТОЙ МОСТ»**

www.vicshine-welding.com

www.tdolga.ru

www.tjgoldenbridge.com

"Vicshine" является комплексным предприятием, занимающимся и продажей, и предоставляющим системное обслуживание оборудования для сварочных материалов «Золотой мост» в России. Основная концепция компании "Vicshine" – профессионализм работников, отличное качество товаров, дополнительные услуги по сервисному обслуживанию. Мы постараемся стать вашим надежным партнером.

АДРЕСА ОБСЛУЖИВАНИЯ:

Адрес: КНР, Пров. Цзилинь, г. Чанчунь, ул. Народная, д. 7655. Ханьгунгоузи бизнес-центр, А-802
Тел.: +86-431-81911128 +86-431-81911130
E-mail: sales@vicshine.com

Адрес: 143002, МО, г. Одинцово, ул. Западная, 13
Тел.: +7 916-703-3166 8 (495) 64-92-998
E-mail: vicshine-welding@mail.ru

Адрес: г. Санкт-Петербург, ул. Ремесленная, 17, офис. 433.
Тел.: +7 911-824-5318
E-mail: lager74@mail.ru tdolga.spb@mail.ru

Адрес: г. Уссурийск, Новоникольское шоссе, 9А.
Тел.: 8 (4234) 35-66-75 8 (4234) 34-50-21
E-mail: tdolga@mail.ru tdolga1@mail.ru

Адрес: г. Хабаровск, с. Тополево, ул. Гаражная, 66.
Тел.: +7 914-772-6202 +7 914-164-9656
8 (4212) 35-11-00 8 (4212) 35-11-58
8 (4212) 35-11-63
E-mail: oooigrok@mail.ru tersindv@mail.ru



Тяньцзиньская группа компаний сварочных материалов «Золотой мост» является крупнейшим производителем специальных сварочных материалов. Мы предлагаем большой ассортимент сварочных материалов, свыше 300 видов, и принимаем заказы по разработке и производству оригинальных сварочных материалов.



Служебный корпус "Vicshine"



Производственное помещение



Склад в г. Уссурийск & г. Хабаровск



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

ФИЛИАЛ:

ООО «РИВАЛ- РУ»
109559, г. Москва, ул. Цимлянская 3, стр. 1, оф. 11
тел./факс: +7 495 358 75 56
моб.: +7 985 213 48 12
info@rywal.ru
www.rywal.eu

Дистрибьюторы:

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

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

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

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



«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