

THE LINDE GROUP

Linde

Linde Gas — 20 лет успеха в России!

Компания **Linde Gas** – признанный эксперт в мире промышленных, пищевых и медицинских газов. Мы не только обеспечиваем своих клиентов более чем в 100 странах мира широким ассортиментом газов, но и предлагаем большой спектр услуг, оборудования и технологий ноу-хау для того, чтобы помочь нашим партнерам сделать бизнес более прибыльным, эффективным и экологичным.

Мы предлагаем решения для повышения эффективности производства в следующих направлениях:

- **Дуговая сварка.** Защитные газовые смеси CORGON®, CORNIGON®, VARIGON® для всего спектра применения электродуговой сварки.
- **Кислородные технологии.** Кислородная резка, подогрев, горячая штамповка, правка газовым пламенем и пайка твердым припоем для различных процессов.
- **Лазерные технологии.** Газовые смеси высокой чистоты LASERMIX® и концепция LASERLINE® по выбору продуктов и услуг для промышленных лазерных процессов гарантируют высокое качество и конкурентные решения.

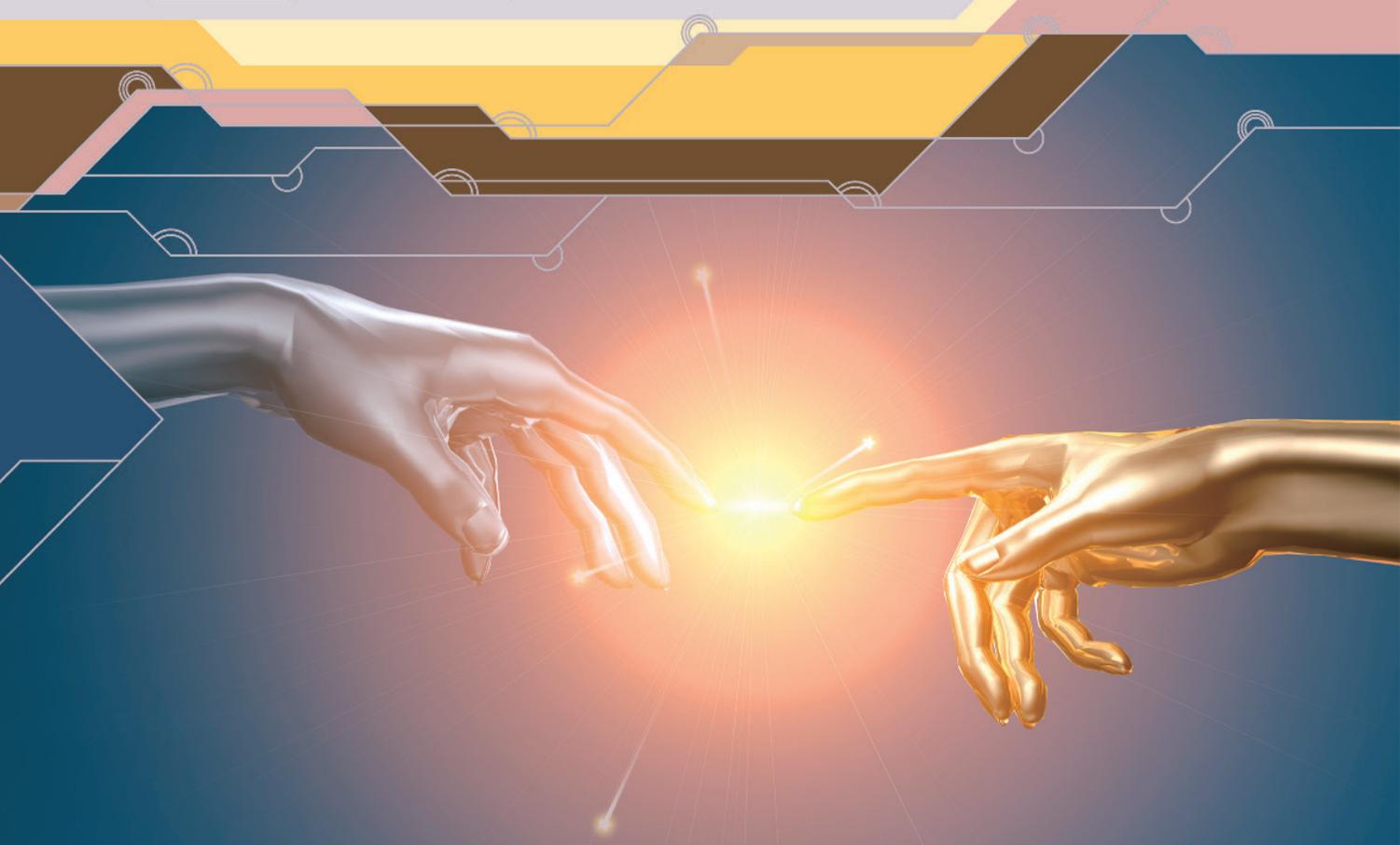
В России Линде Газ Рус имеет сеть представительств, контакты которых можно найти на нашем сайте в разделе **Контакты/Пункты продажи газов**.

Linde Gas – идеи становятся решениями.

www.linde-gas.ru
Тел. (495) 212 04 61



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.

6 (52) 2014
ноябрь–декабрь

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

6–2014

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	6
Технологии и оборудование	
Ультразвуковые технологии в сварочном производстве. <i>Г. И. Лащенко</i>	8
Оборудование ПАРС для дуговой сварки и наплавки в цеху и в полевых условиях. <i>С. Ф. Трух, Л. Т. Плаксина</i>	16
Влияние точности сборки изделия и его коробления на процесс роботизированной сварки. <i>В. С. Дорохов</i>	19
Механизация процесса мокрой подводной сварки высоколегированной коррозионностойкой хромоникелевой стали типа 18–10. <i>Н. Ю. Каховский</i>	22
Критерии оценки эффективности оборудования для кислородной резки металлов больших толщин. <i>В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин, С. Л. Зеленский, В. А. Белинский, С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова</i>	25
Методика определения количественных показателей, характеризующих сварочно-технологические свойства проволоки при механизированной сварке в защитных газах. <i>С. Т. Римский, В. И. Галинич, Р. Н. Шевчук</i>	29
Зарубежные коллеги	36
Наши консультации	37
Подготовка кадров	
Международный конкурс сварщиков «2014 Beijing “ARC Cup” International Welding Competition»	40
Выставки и конференции	
Weldex/Россварка 2014. Новинки сварочного оборудования и материалов ведущих производителей	42
С 14 по 17 октября 2014 года в МВЦ «Крокус Экспо» состоялась Международная специализированная выставка «Станкостроение-2014»	44



News of technique and technologies	6
Technologies and equipment	
Ultrasonic technologies in welding manufacture. <i>G. I. Lashenko</i>	8
The equipment PARS for arc welding and cladding in shop and in field conditions. <i>S. F. Truh, L. T. Plaksina</i>	16
Influence of accuracy of assembly of a product and hogging on process robotic welding. <i>V. S. Dorohov</i>	19
Mechanization of process of wet underwater welding high-alloy corrosion-resistant chrome nickel steels such as 18–10. <i>N. Yu. Kahovskiy</i>	22
The criteria of an estimation of efficiency of the equipment for oxygen cutting of metals of the large thickness. <i>V. M. Litvinov, Yu. Lisenko, S. A. Chumak, V. V. Kapustin, S. L. Zelenskiy, V. A. Belinskiy, S. L. Vasilenko, T. B. Zolotopupova</i>	25
Technique of definition of the quantitative parameters describing welding-technological properties of a wire at mechanized welding in protective gases. <i>S. T. Rimskiy, V. I. Galinich, R. N. Shevchuk</i>	29
The foreign colleagues	36
Our consultations	37
Training of personnel	
The international competition of the welders «2014 Beijing “ARC Cup” International Welding Competition»	40
Exhibitions and conferences	
Weldex/Rossvarka 2014. Novelties of the welding equipment and materials of the conducting manufacturers	42
The international specialized exhibition “Machine-tool construction — 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

Тел./факс +7 499 922 69 86

Тел. моб. 8 903 795 18 49

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. Переписка с читателями — только на страницах журнала.

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

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2014

Подписано в печать 26.01.2015. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Тираж 3000 экз. Заказ № П000000841 от 26.01.2015.

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. Лащенко, 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

Ультразвуковые технологии в сварочном производстве

Г. И. Лащенко

Рассмотрена ультразвуковая сварка металлических материалов. Описан механизм образования сварного соединения при ультразвуковой сварке. Приведены технология ультразвуковой сварки и оборудование для ультразвуковой сварки металлов. Дана таблица свариваемости различных металлов. Уделено внимание вопросам механической прочности точечных сварных соединений, выполненных ультразвуковой сваркой. Указаны области применения ультразвуковой сварки металлов.

Оборудование ПАРС для дуговой сварки и наплавки в цеху и в полевых условиях

С. Ф. Трух, Л. Т. Плакшина

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

Механизация процесса мокрой подводной сварки высоколегированной коррозионностойкой хромоникелевой стали типа 18–10

Н. Ю. Каховский

Освещена новая технология сварочно-ремонтных работ на элементах атомных электростанций, выполненных из высоколегированной коррозионностойкой стали типа 18–10 с использованием в качестве сварочного материала самозащитной порошковой проволоки для мокрой подводной сварки. Рассмотрены состояние рынка сварочных материалов, вопросы повышения производительности и экономический эффект, а также возможность последующей автоматизации процесса.

Методика определения количественных показателей, характеризующих сварочно-технологические свойства проволоки при механизированной сварке в защитных газах

С. Т. Римский, В. И. Галинич, Р. Н. Шевчук

Рассмотрены причины нарушения процесса сварки, вопрос выбора сварочного тока. Описаны испытания сварочно-технологических свойств проволоки. Приведена методика определения коэффициентов расплавления электрода, наплавки, разбрызгивания электродного металла, набрызгивания, а также показателя производительности наплавки, фактической толщины медного покрытия, прочности сцепления медного покрытия, механических свойств наплавленно-го металла.

Критерии оценки эффективности оборудования для кислородной резки металлов больших толщин

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

Описана методика оценки эффективности оборудования кислородной резки металлов больших толщин по предварительным исходным данным и методика расчета технологических параметров газокислородной резки металлов больших толщин в различных цехах завода. Приведены формулы для расчета расхода кислорода и природного газа при газопламенной обработке металлов.



Сварочный полуавтомат TELMIG 250A-380V

Сварочный полуавтомат TELMIG-250A (MIG-MMA) — это универсальное оборудование, при помощи которого можно выполнять сварку металлов разной толщины. Данное оборудование профессионального класса было разработано и создано итальянской компанией TELMIG UNIMIG.

Сварочный полуавтомат этой модели рассчитан на жесткие условия непрерывной работы, мобильный, что позволяет выполнять сварку в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях.

Полуавтомат имеет одну отличительную особенность — в нем предусмотрен мощный турбированный продув силовой части. Это дает возможность увеличить продолжительность рабочего цикла устройства в разы.



Главные преимущества сварочного полуавтомата TELMIG-250A заключаются в его оснащении:

- надежной защитой от перегрева или перегрузок;
- принудительным охлаждением;
- надежными транспортировочными колесами;
- стойкой для установки баллона с защитным газом.

Благодаря этому полуавтомат максимально удобен в эксплуатации и отличается высокой производительностью.

Сварочный полуавтомат TELMIG-250A предназначен для сварки обычных и нержавеющей сталей плавящейся электродной и порошковой проволокой, а также покрытыми металлическими электродами. Мощность, напряжение, сила тока, размер позволяют использовать его в авторемонтных мастерских и на промышленных предприятиях.

● #818
Компания «Темп» (Харьков)

Техническая характеристика	
Номинальное напряжение трехфазной питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Род сварочного тока	Постоянный
Пределы регулирования силы сварочного тока, А	40–250
Напряжение холостого хода, не более, В	17–38
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	24–30
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Номинальная сила сварочного тока, А	250
Потребляемая мощность не более, кВт·А	6,5
Диаметр, мм:	
стальной проволоки	0,8–1,4
нержавеющей проволоки	0,8–1,2
покрытого электрода	2–3
Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	120–720
Расход газа, не более, л/ч	550
Номинальная продолжительность нагрузки, ПН, %:	
для электродной проволоки	60
для покрытого электрода	40
Тип изоляции	Н
Защита	1Р22
Габаритные размеры, мм	650×600×320
Масса, кг	70

Украинская компания покупает металлургический завод в Латвии

Украинская металлоломная компания «КВВ групп» приобретает в Латвии металлургический завод «Лиепаяс металургс», сообщает Steelland.

«КВВ групп», которая раньше называлась ЧП «КВВМПУ» с офисом в городе Севастополь, получила право покупки основного производства обанкротившегося АО «Лиепаяс металургс» (ЛМ) за 107 млн. евро при условии возобновления производства стали до конца текущего года. Об этом сообщил журналистам администратор предприятия Харальд Велмерс.

«Лиепаяс металургс» — крупнейшее промышленное пред-

приятие Латвии, а также одно из старейших предприятий страны, которое ведет свою историю с 1882 г. Главная продукция предприятия — стальной арматурный прокат для армирования железобетонных конструкций.

Группа располагает большим числом заготовительных площадок и пунктов, в частности, в Севастополе, Киевской области, Запорожье, Чернигове, Черкассах, Сумской и Хмельницкой областях.

● #818
www.metallindex.ru

Электроды «МОНОЛИТ Professional»

Электроды «МОНОЛИТ» с толстым рутиловым покрытием предназначены для ручной дуговой сварки конструкций из углеродистых сталей, поставляемых по ДСТУ 2651-2005/ГОСТ 380-2005 (Ст 0, Ст 1, Ст 2, Ст 3 всех ступеней раскисления — КП, ПС, СП) и по ГОСТ 1050-88 (стали 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20). Применяют для сварки угловых, стыковых и в напуск соединений металла толщиной от 1,0 до 20,0 мм.

Электроды диаметром от 2,0 до 4,0 мм предназначены для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикального «сверху-вниз», а диаметром 5,0 мм — для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального «снизу-вверх».

Коэффициент наплавки 8,0–9,0 г/(А·ч). Расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,7 кг.

Электроды позволяют выполнять сварку в неблагоприятных условиях. Они обеспечивают легкое начальное и повторное зажигание. Характеризуются спокойной и стабильной дугой, малым разбрызгиванием, хорошей отделяемостью шлака, качественным формированием шва. Осо-

Механические свойства металла шва	
Временное сопротивление, Н/мм ²	510–610
Относительное удлинение, %	Более 22,0
Ударная вязкость, Дж/см ²	Более 78



бенно рекомендуют для сварки листовых сталей и стальных конструкций, подверженных статическим и динамическим нагрузкам, сварки резервуаров и трубопроводов, где требуется обеспечение высоких механических свойств швов.

Аналоги электродов «МОНОЛИТ Professional»: ОК 43.32 (ESAB); Overcord S, Fincord (Oerlikon); Fox ETI (Böhler); AV-21 (Anyksciu Varis); МГМ-50 (Межгосметиз-Мценск).

При нормальных условиях хранения электроды не требуют прокалки перед сваркой, в случае увлажнения сушку перед сваркой проводят при температуре 105±5 °С в течение 60 мин.

● #819

ПАО «ПлазмаТек» (Винница)

ESAB: 110-летняя история инноваций в области сварки и резки

В сентябре 2014 г. отмечался 110-летний юбилей ESAB Welding & Cutting Products. Компания ESAB является мировым лидером в области технологий сварки и резки и предлагает самый широкий спектр продукции и решений для промышленности. Она присутствует практически во всех странах мира, ее производственные предприятия находятся на четырех континентах, а количество сотрудников превышает 8700 человек.

История инноваций ESAB началась в 1904 г., когда Оскар Чельберг, один из пионеров в области сварки, подал рукописную заявку на патент на покрытый электрод. Изобретение Чельберга не просто привело к созданию уникального нового продукта, оно знаменовало собой начало современной эры в области сварки. Это революционное изобретение также положило начало компании Чельберга, Electriska Svesnings-Aktiebolaget (ESAB).

На протяжении своей истории компания ESAB «открыла сварку всему миру» благодаря постоянным инновациям. Среди технологических новшеств, разработанных компанией, следует отметить процессы аргонодуговой сварки (TIG) и дуговой сварки в среде защитных газов плавящимся электродом (GMAW), а также изобретение первой установки для сварки трением с перемешиванием. Недавно были разработаны новые стандарты высокоскоростной дуговой сварки под флюсом (SAW) и процесс ICE™ нового поколения. Технологии ESAB охватывают практически все области сварки и резки.



Гамма продукции ESAB постоянно расширяется и включает самое передовое оборудование для дуговой и газовой сварки, продукцию для ручной и автоматической плазменной резки, системы резки с ЧПУ, средства автоматизации сварки и робототехнику. ● #820

www.esab.ru

Ультразвуковые технологии в сварочном производстве

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

Звуковые колебания относят к разряду упругих механических колебаний. Колебания с частотой до 20 Гц называют инфразвуковыми, при частоте от 20 до 20 000 Гц колебания порождают слышимые звуки. Ультразвуковые колебания соответствуют частоте от $2 \cdot 10^4$ до 10^8 Гц, а колебания с частотой более 10^8 Гц получили название гиперзвука.

Ультразвуковые колебания высокой интенсивности (более нескольких ватт на квадратный сантиметр) и частотой 18–80 кГц применяют для активного воздействия на вещества и различные технологические процессы уже много лет. В настоящее время в промышленности используют ультразвуковую очистку и обезжиривание различных изделий. Получили распространение ультразвуковая резка и сварка различных материалов. Ультразвук применяют для получения высокодисперсных эмульсий, диспергирования твердых тел в жидкости, коагуляции аэрозолей и гидрозолей, дегазации жидкостей и расплавов. Установлено влияние мощных ультразвуковых колебаний на структуру и механические свойства кристаллизующегося расплава.

Ультразвуковые колебания позволяют уменьшать и перераспределять остаточные напряжения в сварных швах. Успешно используют ультразвук для контроля качества литья, сварных соединений, металлопроката. Обнаружено весьма эффективное воздействие ультразвука на интенсивность полимеризации клеев.

Высокотехнологичные ультразвуковые установки уже более 30 лет успешно применяют в пищевой промышленности (сварка упаковки, резка сыра, замороженных продуктов), в производстве полимерных материалов (сварка георешеток и др. пластмассовых изделий), в медицинской промышленности (сварка полимеров), в производстве нетканых материалов (резка и сварка пленок).

В США, например, в последние пять лет (по данным фирмы Business Communications Co) средний ежегодный прирост рынка ультразвуковой техники составил 8,5% (в 2008 г. он достиг 5,35 млрд дол.). Рынок оборудования для ультразвуковой сварки за это время увеличился в два раза, а его ежегодный рост составил 7,7%.

По данным фирмы Frost&Sullivan, объем мирового рынка ультразвуковой сварки в 1999 г. составлял 333,0 млн дол., а в 2006 г. достиг 629,1 млн дол. Этот технологический процесс применяют для сварки пластмасс и металлов. В основном рост продаж прогнозируют в сегменте оборудования для сварки пластмасс (на уровне 9%), но в перспективе следует также ожидать прироста объема оборудования для сварки металлов (6%).

Применительно к сварочному производству наибольший интерес представляют:

- ультразвуковая сварка металлов и сплавов;
- ультразвуковая сварка пластмасс и нетканых материалов;
- ультразвуковая обработка в процессе сварки плавлением;
- ультразвуковая послесварочная обработка сварных соединений;
- электроакустическое напыление;
- ультразвуковая резка;
- ультразвуковая очистка.

Все эти технологии в той или иной мере расширяют возможности сварочного производства и положительно влияют на качество продукции.

Ультразвуковая сварка металлических материалов. Важнейшим элементом, составляющим основу оборудования и технологии ультразвуковой сварки (УЗС) металлов и пластмасс, является механическая колебательная система (Хохлов Ю. В. Ультразвуковая сварка. — Л.: Машиностроение, 1972. — 152 с.; Силин Л. Л., Баландин Г. Ф., Коган М. Г. Ультразвуговая сварка. — М.: Машгиз, 1962. — 250 с.). Эта система служит для преобразования электрической энергии в механическую, передачи этой энергии в зону сварки, согласования сопротивления нагрузки с внутренним сопротивлением системы и геометрических размеров зоны ввода энергии с размерами излучателя, концентрирования энергии и получения необходимой колебательной скорости излучателя. Система должна работать с максимальным КПД на резонансной частоте независимо от изменения сопротивления нагрузки.

Типовые колебательные системы показаны на рис. 1. Электромеханический преобразователь 1, входящий в систему, изготавливают из магнестрикционных или электрострикционных материалов (никель, перминдюр, титанат бария, цирконат-титанат свинца (ЦТС), ниобат свинца и др.). В преобразователе под воздействи-

ем переменного магнитного поля возникают механические напряжения, которые вызывают упругие деформации материала, т.е. преобразователь является источником механических колебаний. Волноводное звено 2 служит для передачи энергии к сварочному наконечнику и обеспечивает требуемое увеличение амплитуды колебаний по сравнению с амплитудой исходных волн преобразователя, трансформирует сопротивление нагрузки и концентрирует энергию в заданном участке. Акустическая развязка 3 от корпуса машины, или система крепления волноводного звена, обеспечивающая минимальное влияние опоры на акустические свойства этого звена, позволяет практически всю энергию механических колебаний трансформировать и концентрировать в зоне контакта. Сварочный наконечник 4 является элементом, определяющим площадь и объем непосредственного источника ультразвуковых механических колебаний в зоне сварки. Поскольку в процессе сварки наконечник плотно контактирует со свариваемой деталью 5, он служит также и согласующим волноводным звеном между нагрузкой и колебательной системой.

Сварочный наконечник — это элемент, посредством которого осуществляется отбор мощности, поглощаемой в зоне сварки. Так как в процессе сварки наконечник внедряется в свариваемую деталь, он является и согласующим волноводным звеном между нагрузкой и колебательной системой.

Механизм образования сварного соединения при ультразвуковой сварке. Неразъемное соединение металлов образуется при совместном воздействии на детали механических колебаний высокой частоты и относительно небольших сдвигающих усилий. В принципе этот способ сварки имеет много общего с холодной сваркой сдвигом и вибротрением.

Сварное соединение образуется, с одной стороны, за счет колебательной скорости, силы давления сварочного наконечника и времени сварки. С другой стороны, зависит от свойств свариваемых металлов и поверхностных пленок.

Ввод энергии ультразвука в сопряженные на малом участке металлы вызывает повышение температуры в зоне их контакта, растрескивание твердых и выгорание жировых пленок, пластическое деформирование материала, интенсивную диффузию, рекристаллизацию, плавление и другие явления. В конечном счете, образуется неразъемное сварное соединение металлов.

Свариваемость металлов определяется их физико-механическими свойствами при температуре сварки, свойствами механической колебательной системы и рядом других факторов (состояни-

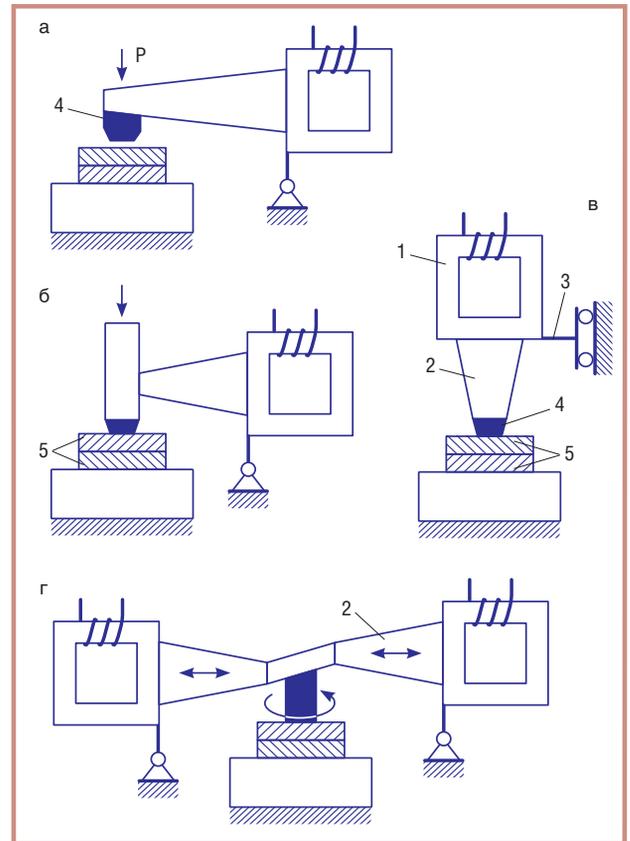


Рис. 1. Схемы типовых колебательных систем: а — продольная; б — продольно-поперечная; в — продольно-вертикальная; г — крутильная

ем поверхности свариваемых металлов, обработанных термическим, механическим, химическим способом, искусственным нанесением электроизолирующих или декоративных покрытий и т.п.).

В общем случае ровные и тщательно обработанные контактные поверхности свариваются лучше. И, наоборот, грубая механическая обработка свариваемых поверхностей, наличие различных поверхностных пленок, плакирование, как правило, ухудшают свариваемость металлов, а в ряде случаев и исключают ее.

Благоприятным условием для схватывания является совпадение зерен с близкой кристаллографической ориентацией. Таблица свариваемости различных металлов приведена на рис. 2.

Установлено, что при УЗС действуют два основных источника теплоты. Один находится в зоне контактирования сварочного наконечника с деталью, другой — в зоне соединения металлов. Тепловыделение у сварочного наконечника вызывается непрерывающимся в течение всего цикла сварки внешним трением сварочного наконечника о деталь и пластическим деформированием наружной поверхности свариваемой детали. Тепловыделение в зоне соединения обусловлено сложным напряженным состоянием, действием нормальных сжимающих напряже-

При УЗС некоторых металлов наблюдается интенсивное сцепление сварочного наконечника со свариваемым металлом. С технологической точки зрения это совершенно неприемлемо, так как сцепление сварочного наконечника с деталью исключает нормальную эксплуатацию сварочной машины. Поэтому для сварочного наконечника нужен материал, который обладал бы максимальной когезией поверхностного слоя относительно свариваемого материала.

Диапазон форм деталей, свариваемых ультразвуком, ограничен. Это объясняется тем, что геометрические размеры элементов колебательной системы зависят от заданной частоты. Произвольное изменение размеров резонирующих элементов, посредством которых энергия подводится к зоне сварки, производить нельзя. В этом отношении УЗС обладает существенно меньшими технологическими возможностями, чем, например, контактная сварка.

Размер зоны доступа к сварочному наконечнику, а точнее, возможный диапазон форм изделий, которые можно сварить УЗС, в различных вариантах построения механических колебательных систем определяется сочетанием нескольких элементов (рис. 3). Например, известны системы, состоящие из преобразователя, волновода продольных колебаний и сварочного выступа (рис. 3, а). Размер зоны доступа к сварочному наконечнику в этом случае определяется длиной волновода продольных колебаний и высотой сварочного выступа в сочетании с конусностью волновода и точкой его крепления. Сварочный выступ (выступает от образующей концентратора на 2–5 мм) является нерезонансным элементом произвольной формы. Свариваемые детали располагаются на массивной опоре. Технологические возможности такой механической колебательной системы ограничены относительно простыми формами изделий.

Более совершенной является модификация этой системы (рис. 3, б). Зона доступа в этом случае увеличена за счет применения резонансного звена и удлинения плеча поворота системы. Такими же возможностями обладают системы с продольно-поперечной схемой волноводов (рис. 3, в). Однако при этом следует отметить, что передача усилия сжатия посредством перемещения опорного элемента не рациональна. Опора перемещается вместе со свариваемыми изделиями. Изделия необходимо фиксировать дополнительным устройством. Такая кинематическая схема ограничивает верхний предел производительности сварочной машины. Колебательная система, приведенная на рис. 3, г, работает в сочетании с резонансной опорой, которая позволяет значительно увеличить рабочее простран-

ство у сварочного наконечника. Применяют также схему, показанную на рис. 3, д.

Габариты изделий, которые можно сварить, определяются и вылетом сварочного наконечника относительно корпуса машины. Этот размер зависит в основном от длины концентратора. Например, при частоте $22 \pm 7,5$ кГц длина волны λ продольных колебаний равна примерно 250 мм. Построение колебательных систем с длиной волновода продольных колебаний, равной $(2-3)\lambda$, вполне приемлемо и достигает 750 мм. Сущность другого решения состоит в следующем. Обычно ножевые концентраторы, применяемые в механических колебательных системах, симметричны относительно своей продольной оси (рис. 4, а). Из-за симметричности концентратора существенно сокращается его рабочая зона. Для устранения этого недостатка используют волновод, одна из образующих которого — плоскость, параллельная его продольной оси (рис. 4, б). Такой волновод позволяет расширить технологические возможности ультразвуковой сварки. Упомянутая конструкция колебательной системы может обеспечить практически любой необходимый горизонтальный вылет сварочного наконечника из корпуса машины.

Применение асимметричного концентратора позволяет решать и другие технологические задачи. Концентратор на рис. 4, в используют в случаях, когда по условиям сварки требуется минимальное расстояние между наружными сторонами концентратора и опоры, а применение варианта, приведенного на рис. 4, г, целесообразно, когда необходим внутренний объем и минимальный наружный размер при заданной длине резонирующего стержня.

Технологические возможности шовной УЗС можно в некоторой степени сравнить с возможностями машины для контактной сварки. Шовная УЗС металлов может быть осуществлена колебательной системой со сварочным роликом в виде нерезонансного выступа (рис. 5, а). Однако применение ролика в виде нерезонансного выступа при шовной ультразвуковой сварке в ряде случаев нежелательно, так как возможности такого устройства весьма ограничены.

Применение в качестве излучателя ультразвука резонансного диска (рис. 5, б) позволяет увеличить технологические возможности шовной УЗС. Использование резонансного диска в качестве опоры (рис. 5, в) также повышает эффективность использования данного вида сварки.

Сварочный наконечник оказывает существенное влияние на качество сварных соединений, выполненных УЗС. Переменный нагрев и охлаждение, механические нагрузки и элементарное истирание в зоне контакта со свариваемым металлом приводит

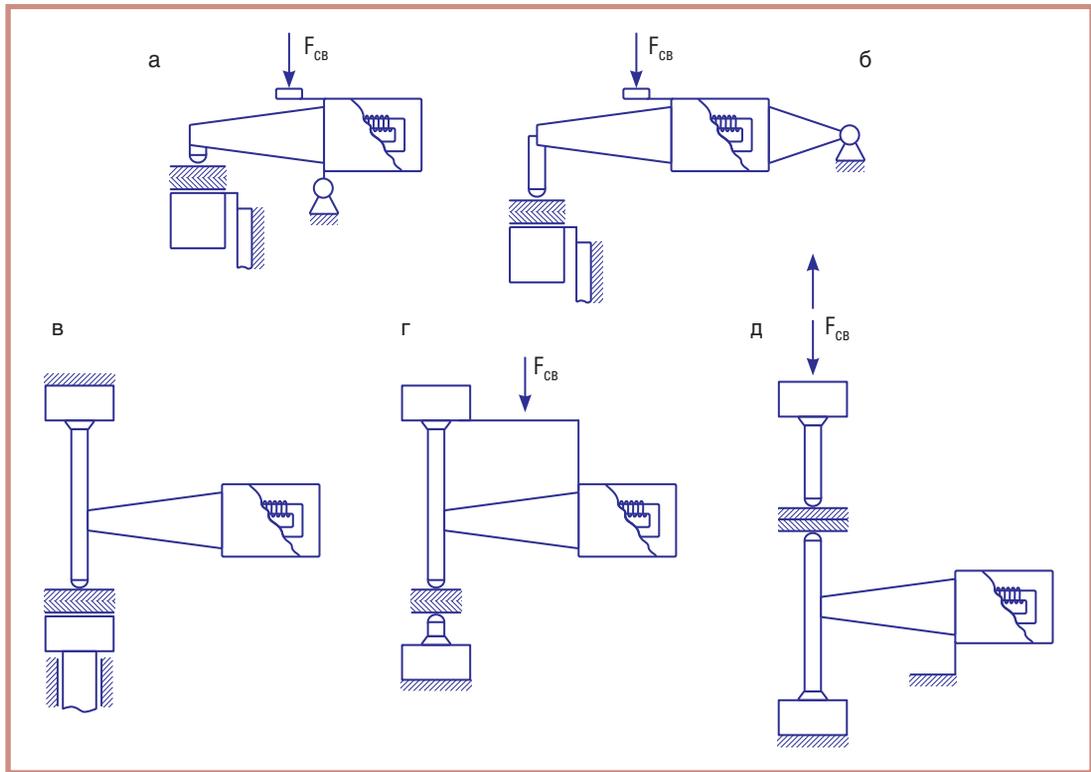


Рис. 3. Варианты механических колебательных систем для точечной сварки

к его интенсивному изнашиванию. Растрескивание и выкрашивание центра наконечника сказывается на качестве сварных соединений. Кроме того, в процессе сварки происходит налипание свариваемого материала на поверхность сварочного наконечника, что требует частой зачистки.

Для повышения износостойкости сварочных наконечников их изготавливают из износостойких сплавов и придают соответствующую форму: сферическую (рис. б, а), в виде усеченной сферы (рис. б, б), в виде усеченной конусообразной площадки (рис. б, в). В последнем случае на сварочном наконечнике предусматривают обжимную кромку К. Такую же обжимную кромку используют и в наконечниках, имеющих форму, показанную на рис. б, г.

Работа кромки заключается в следующем. В начале сварочного цикла наконечник внедряется в свариваемый ме-

талл, который пластически деформируется. После того как сварочный наконечник углубился на расстояние, равное высоте выступа, обжимная кромка под действием контактного давления обжимает по периметру резонирующего стержня свариваемые детали. Рекомендуемая форма наконечника для сварки металлов микротолщин показана на рис. б, д.

При правильном выборе формы и материала сварочного наконечника применительно к соединению конкретных материалов общее число точек, которое можно выполнить им, достигает 100 тыс.

Основными параметрами режима УЗС являются мощность колебательной системы, амплитуда и частота колебаний сварочного наконечника, контактное давление и время сварки.

Механическая мощность колебательной системы $P_{\text{мех}}$ в режиме сварки имеет вид:

$$P_{\text{мех}} = 2(\pi f \xi_{\text{св}})^2 R_{\text{экв}},$$

$$\text{или } P_{\text{мех}} = \pi f \xi_{\text{св}} F_{\text{экв}},$$

где $R_{\text{экв}}$ — эквивалентное, усредненное во времени активное сопротивление системы; f и $\xi_{\text{св}}$ — частота и амплитуда смещения сварочного наконечника; $F_{\text{экв}}$ — эквивалентная сила системы.

Из этих выражений следует, что мощность любого элемента колебательной си-

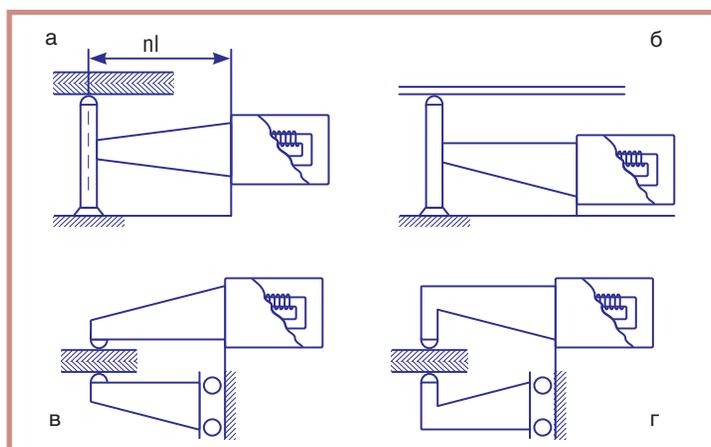


Рис. 4. Варианты использования асимметричного концентратора

стемы, в том числе и сварочного наконечника, характеризуется его частотой, амплитудой смещения и силой. Сила сварочного наконечника является параметром, обеспечивающим его заданную скорость. При равной мощности колебательных систем, чем больше амплитуда смещения сварочного наконечника, тем меньше эквивалентная сила и сопротивление такой системы.

При заданной механической мощности колебательных систем амплитуды смещения сварочных наконечников находятся в зависимости от коэффициента усиления концентратора (при прочих равных условиях). Эквивалентные силы таких систем будут обратно пропорциональны скорости смещения сварочных наконечников, а эквивалентные сопротивления — квадратам скорости.

С учетом вышесказанного очевидно, что основные параметры сварки (мощность системы, амплитуда колебаний сварочного наконечника $\xi_{св}$ и контактное давление $F_{св}$) взаимосвязаны. Увеличение $\xi_{св}$ приводит к снижению оптимального значения $F_{св}$ (рис. 7). При этом отмечают тенденцию к снижению механической прочности сварных соединений. Увеличение $\xi_{св}$ без изменения $F_{св}$ приводит к заземлению сварочного наконечника, а увеличение $\xi_{св}$ с уменьшением $F_{св}$ — к изменению характера контактирования сварочных материалов, увеличению амплитуды перемещений деталей относительно друг друга и других явлений, определяющих совсем иное течение процесса сварки.

Частота колебаний f определяется собственной частотой механической системы и является величиной, практически постоянной для данного оборудования. Частоту колебаний выбирают с учетом тол-

щины и свойств материалов. С уменьшением толщины свариваемых материалов желательнее использовать более высокую частоту ультразвуковых колебаний, а с увеличением толщины — более низкую. В области низких частот будет находиться также оптимальный режим сварки материалов с низкой твердостью и низким пределом прочности.

Зависимость прочности точечных сварных соединений от времени сварки $t_{св}$ при различных амплитудах колебаний сварочного наконечника $\xi_{св}$ показана на рис. 8. Сварные соединения, выполненные точечной УЗС на оптимальных режимах, обладают высокой механической прочностью (табл. 2).

Шовная УЗС позволяет решать ряд весьма сложных технологических задач, но она менее изучена, чем точечная.

Зависимость прочности сварных соединений, выполненных шовной сваркой, от частоты f и скорости сварки показана на рис. 9. Спад прочности до уровня 0,7 от ее максимального значения происходит в достаточно широкой полосе частот. С увеличением скорости сварки эта полоса частот сужается.

Зависимость прочности сварного соединения от скорости сварки и контактного усилия показаны на рис. 10. Оптимальной скорости соответствует максимальная прочность шва. При скоростях, меньших оптимальных, прочность сварного соединения уменьшается из-за чрезмерно длительного воздействия ультразвуковых колебаний на свариваемые детали. Увеличение контактного усилия приводит к повышению прочности шва в результате некоторого зажатия кромки сварочного ролика и уменьшения интенсивности колебаний. При скоростях,

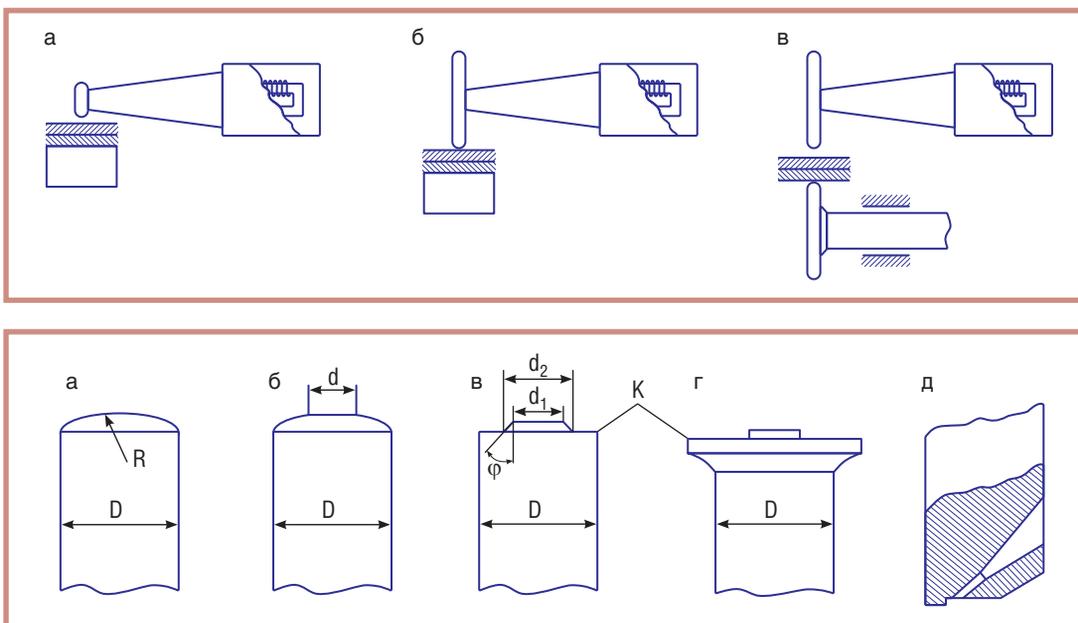


Рис. 5. Варианты построения механических колебательных систем для шовной сварки

Рис. 6. Формы сварочных наконечников

больших оптимальной, воздействие ультразвуковых колебаний недостаточно по времени. Уменьшение контактного давления несколько компенсируется большей интенсивностью колебаний.

Оборудование для ультразвуковой сварки металлов.

В 1960–1985 гг. в СССР и за рубежом было создано большое количество машин для ультразвуковой сварки металлов, среди которых преобладали установки для точечной сварки (рис. 11). Наиболее известными в СССР были установки типа МТУ и КТУ, технические характеристики которых приведены в табл. 3.

Меньшее распространение получили установки для шовной ультразвуковой сварки В СССР для шовной ультразвуковой сварки металлов были разработаны установки типа МШУ-0,4, МШУ-1,5 и МШУ-4,0.

Применение ультразвуковой сварки металлов. УЗС имеет ряд достоинств:

- соединение выполняют без существенного нагрева места сварки (0,4–0,6 T_{пл.}), что дает возможность соединять химически активные металлы или пары металлов, склонные образовывать хрупкие интерметаллические соединения в зоне сварки;
- возможность соединения тонких и ультратонких деталей, пакетов из фольги, приварки тонких листов и фольги к деталям неограниченной толщины;

- снижение требований к чистоте свариваемых поверхностей позволяет проводить соединение плакированных и оксидированных поверхностей, а также металлических изделий, поверхности которых покрыты различными изоляционными пленками;
- применение небольших сдвливающих усилий (100–2500 Н), вследствие чего деформация поверхности деталей в месте их соединения незначительна (вмятина, как правило, не превышает 5–10%);
- малая энергоемкость оборудования и несложность его конструкции (если, например, для контактной точечной сварки алюминия толщиной 1 мм необходима машина мощностью 100–150 кВ·А, то для ультразвуковой сварки аналогичного соединения потребляется всего 5–2,5 кВ·А);
- возможность питания нескольких сварочных головок от одного генератора и возможность выноса их на значительное расстояние;
- простота автоматизации процесса работы;
- высокие санитарно-гигиенические характеристики, в том числе отсутствие выплесков металла.

Отмеченные выше достоинства определяют области применения ультразвуковой сварки. Прежде всего, ее используют для соединения тонких деталей из однородных и разнородных материалов в приборостроении и радиоэлектронной промышленности. Речь идет о приварке токоподводов к сеткам аккумуляторов

Рис. 7. Прочность сварных соединений меди δ=0,2...0,2 мм при изменении амплитуды колебаний сварочного наконечника и контактного давления t_{св} = 0,65 с

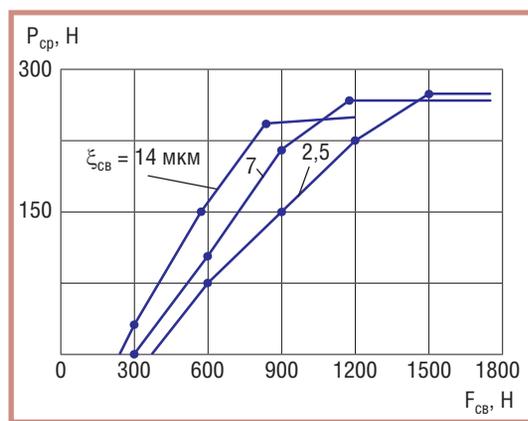


Таблица 2. Механическая прочность точечных сварных соединений, выполненных ультразвуковой сваркой машинами типа МТУ

Мощность, кВт	Материал	Толщина, мм	Время сварки, с	Усилие сжатия, Н	Число сварных точек	Число контрольных значений	Разрушающая нагрузка, Н
0,4	Л5Э + АО	0,35 + 0,065	0,5	350	100	100	16–23/16,7 отрыв по алюминиевой фольге
0,4	Л59 + АО	0,35 + 0,065	0,5	350	10000	10000	
1,5	Медь МО	0,2 + 0,2	0,63	1150	100	100	225–320/265
1,5	Медь МО	0,2 + 0,2	0,63	1150	5500	11	240–290/260
1,5	Медь МО	0,5 + 0,5	2,35	1350	10000	20	700–1040/800
1,5	Л59	0,2 + 0,2	0,9	1150	95	95	590–710/660
1,5	АЛ + АЛ	0,5 + 0,5	1,45	850	100	100	650–800/680
1,5	IX18Н9Т + А1	0,3 + 0,5	1,45	850	15	15	600–750/700
4,0	Медь МЗ	1,0 + 1,0	1,2	4400	25	25	2020–2800/2600
4,0	Медь МЗ	1,0 + 1,0	1,2	4400	10000	50	2190–3050/2570
4,0	Медь МЗ	1,0 + 1,0	1,2	4400	20000	40	2200–3450/2700

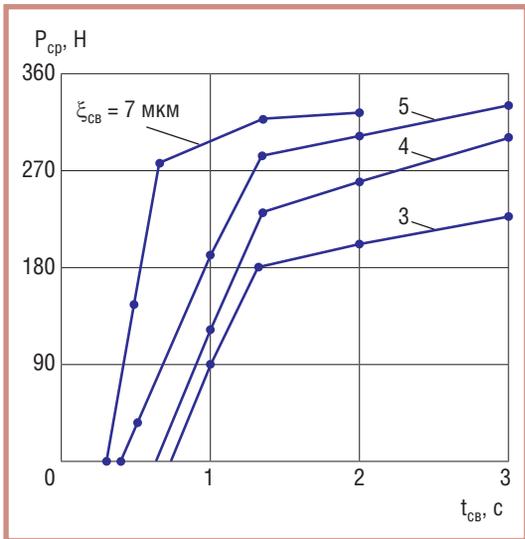


Рис. 8. Прочность сварных соединений меди $\delta=0,2...0,2$ мм при изменении амплитуды колебаний сварочного наконечника и времени сварки

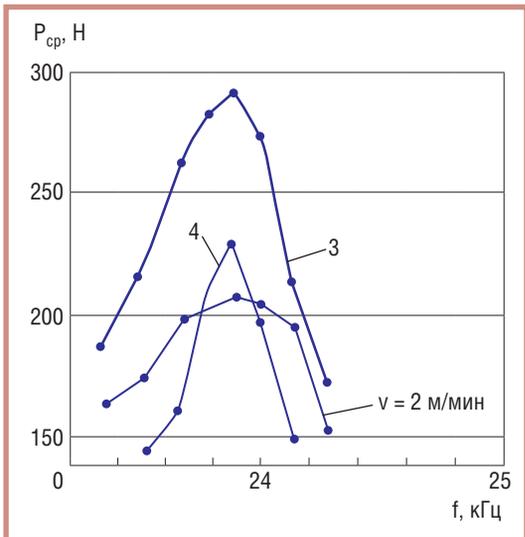


Рис. 9. Прочность сварных соединений алюминия $\delta=0,2...0,2$ мм при шовной сварке при изменении частоты f и скорости сварки V ($F_{св} = 50$ кГ)

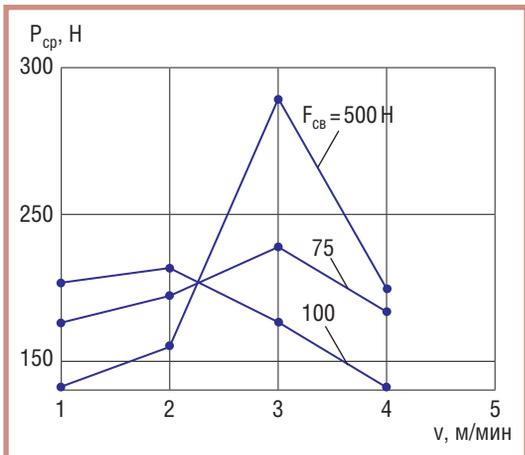


Рис. 10. Прочность сварных соединений алюминия $\delta=0,2...0,2$ мм при шовной сварке при изменении контактного давления $F_{св}$ и скорости сварки V

Таблица 3. Техническая характеристика сварочных установок типа МТУ и КТУ

Параметр	Тип установок			
	МТУ-0,4	МТУ-1,5	КТУ-1,5	МТУ-4
Мощность, кВт	0,4	1,5	1,5	4,0
Частота, кГц	$22,0 \pm 7,5\%$	$22,0 \pm 7,5\%$	$22,0 \pm 7,5\%$	$18,0 \pm 7,5\%$
Контактное давление, Н	60–600	150–1500	150–1200	500–5500
Толщина свариваемых металлов (медь), мм	0,01–0,2	0,1–0,5	0,1–0,5	0,3–1,2
Производительность (количество точек в минуту)	До 60	До 60	До 60	До 30
Полезный вылет рабочего наконечника, мм	120×20	250×60	50×20	250×60
Масса машины (без генератора), кг	76	82	80	105

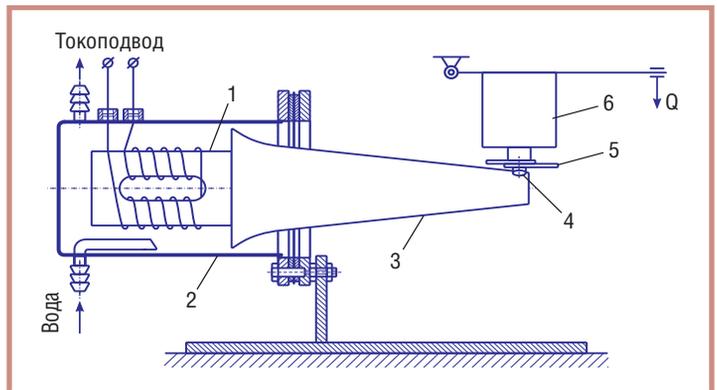


Рис. 11. Схема установки для точечной сварки ультразвуком: 1 — электромеханический преобразователь; 2 — металлический корпус; 3 — трансформатор упругих колебаний; 4 — сварочный наконечник; 5 — свариваемые детали; 6 — прижимная опора;

из различных сочетаний материалов (никель — никель, никель — сталь, сталь — сталь), токоподводов к трансформаторам и токоотводов к алюминиевым конденсаторам, сварке серебряных контактов с пружинами реле из бериллиевой бронзы, соединении концов проката при прокатке алюминиевой фольги и др.

Не ослабевает интерес к применению ультразвуковой сварки для соединения лакоизолированных проводников в электротехнике. Соединение лакоизолированной проволоки с различными контактирующими элементами обычно выполняют пайкой, контактной сваркой, механическими способами (зажатие клеммами или скобами), иногда лазерной сваркой. Ультразвуковой сваркой можно соединять лакоизолированную проволоку диаметром 0,3–2,0 мм с контактирующими элементами из медных сплавов. Лучшие результаты достигнуты при применении лаковой изоляции на основе эстеремиды, а также спекающихся лаков.

Проводятся работы по использованию ультразвуковой сварки для соединения тонколистовых алюминиевых сплавов при изготовлении автомобилей и в авиационной промышленности.

Оборудование ПАРС для дуговой сварки и наплавки в цеху и в полевых условиях

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

Сварочный автомат АДФ-1002Ц (рис. 1) предназначен для сварки под слоем флюса стыковых швов с разделкой и без разделки кромок, угловых швов вертикальным и наклонным электродом, а также нахлесточных швов. Швы могут быть прямыми и кольцевыми. Автомат в процессе работы перемещается по изделию или по направляющей линейке.

В комплект автомата входит выпрямитель ВДУ-1216. Цифровое устройство управления автоматом в комплекте с ВДУ-1216 позволяет:

- обеспечивать высокую управляемость автомата при удалении от выпрямителя до 100 м;
- выбирать режимы из банка данных;
- сокращать количество проводов в кабеле управления до трех;
- управлять статическими и динамическими характеристиками дуги;
- стабилизировать параметры режима и плавно изменять напряжение на дуге при сварке.

Конструктивные особенности автомата приведены в табл. 1, техническая характеристика — в табл. 2.

Автоматы АДФ-1002Ц, АДФ-1002-1Ц по условиям эксплуатации изготавливают в двух исполнениях: УЗ — для работы в странах с умеренным климатом при температуре окружающего воздуха от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$, относительной влажности 80% при 15°C на высоте над уровнем моря до 1000 м; О₄ — для работы в странах с тропическим климатом при температуре окружающего воздуха от -5°C до $+45^{\circ}\text{C}$, относительной влажности 80% при 27°C на высоте над уровнем моря до 1000 м. Автоматы АДФ-1002-2Ц, АДФ-1002-4Ц изготавливают только в климатическом исполнении УЗ.

Таблица 1. Конструктивные особенности автомата

Модификация	Род тока	Источник питания	Назначение
АДФ-1002-1 УЗ АДФ-1002-1 О4	Постоянный	ВДУ-1216	Для сварки сплошной проволокой диаметром 2–5 мм; Ленточным электродом 1,5×20 мм*
АДФ-1002-2 УЗ	Постоянный	ВДУ-1216	Для сварки сплошной проволокой диаметром 2–5 мм
* Автомат может быть укомплектован устройством для сварки ленточным электродом.			

Автомат оборудован алфавитно-цифровым дисплеем с подсветкой для индикации настроек и режима сварки. Питание автомата — от выпрямителя ВДУ-1216, в блоке управления автомата содержится только плата пульта управления, индикатор и кнопки. Связь с выпрямителем происходит по последовательному каналу с использованием помехозащищенной сети PARS-net (рис. 2).

Передача команд идет от пульта управления по сети, обратно передаются данные о состоянии устройства, качестве приема и результаты исполнения команд, для повышения управляемости выполняется соединение с ЭВМ верхнего уровня. Реализована тестовая система с сообщением оператору о причине неисправности. Оборудование рассчитано на подключение к заводской информационной сети.

Для удаленного управления источником питания дуги (выпрямителем или генератором) при ручной дуговой сварке разработано устройство радиуправления сварочным оборудованием «ДУГА РЗ-В» (выпрямителем) и «ДУГА РЗ-Г» (генератором) (см. Трух С. Ф., Плаксина Л. Т. Наплавочное и сварочное оборудование на основе мо-

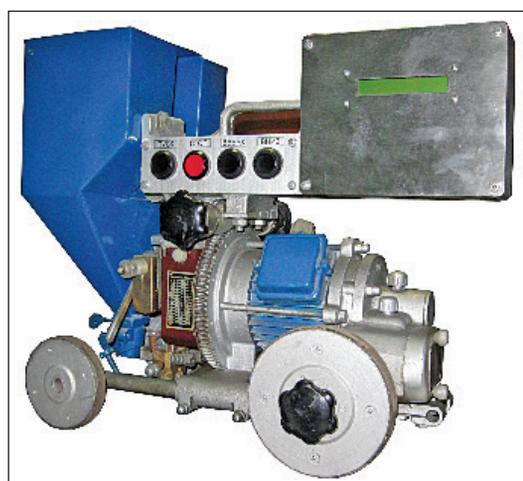


Рис. 1. Сварочный автомат АДФ-1002Ц

дульных узлов ПАРС // Сварщик. – 2014. – № 1. – С.22–29).

Модель «ДУГА РЗ-Г» (с генератором ГД-4004) позволяет производить, наряду с дистанционным, местное управление работой сварочного генератора.

Устройство радиоуправления включает выносной пульт управления (ВПУ) и базовый блок, соединенный кабелем с источником питания (выпрямителем или генератором). ВПУ (рис. 3) содержит корпус, устройство управления с цифровым приемо-передатчиком на частоте 2,4 ГГц, клавиатуру, аккумуляторы, жидкокристаллический индикатор с подсветкой. На пульте



Рис. 2. Структурная схема автомата



Рис. 3. ВПУ с радиоканалом

управления отображается вся текущая информация о настройках, содержится банк режимов сварки.

Для повышения управляемости на рабочем месте сварщика предусмотрены:

- плавная регулировка параметров режима сварки (начальный и рабочий ток);
- доступ к банку данных режимов сварки и настройки;
- отображение измеренного и заданного тока;
- отображение степени заряда аккумулятора и уровня сигнала от базового блока;
- наличие дисплея, оборудованного регулируемой подсветкой экрана;
- возможность управление работой источника питания на расстоянии до 300 м.

Таблица 2. Техническая характеристика автоматов

Параметр	АДФ-1002-1Ц			
	АДФ-1002-1Ц	АДФ-1002-2Ц	АДФ-1002-4Ц	
Номинальный сварочный ток, А	1000			
Номинальное напряжение питающей трехфазной сети, В	380			
Номинальный режим работы, ПВ,%	100			
Диаметр сплошной электродной проволоки, мм	2–5			
Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	60–362			
Диапазон регулирования скорости сварки, м/ч	12–120			
Предельный угол наклона сварочной головки к плоскости перпендикулярной шву, град	45			
Масса проволоки в кассете, кг	6			
Масса ленточного электрода в кассете, кг	15			
Вместимость бункера для флюса, дм ³	6			
Средний срок службы, лет	5			
Установленный ресурс до капитального ремонта, ч	7500			
Габаритные размеры, мм:				
длина	716	850	716	850
ширина	346	370	346	370
высота	526	526	526	730
Габаритные размеры АДФ-1002-1 УЗ для сварки ленточным электродом, мм:				
длина		850		
ширина		370		
высота		526		
Масса автомата без электродной проволоки, флюса и источника питания, кг	45	52	45	52

Техническая характеристика устройства радиоуправления	
Дальность устойчивой радиосвязи, м	30–300
Время непрерывной работы одной зарядки аккумулятора, ч	От 48
Количество режимов сварки в памяти	10
Вид радиосвязи	Цифровая
Температурный диапазон работы, оС	-20...+45

Функция регулируемого отключения напряжения на электроде после окончания сварки позволяет исключить замыкание электрода на металл при движении по объекту.

Для увеличения зоны радиопокрытия предусмотрена возможность выноса базового блока от выпрямителя на расстояние до 100 м.

При первом включении система сканирует эфир и автоматически выбирает свободный канал.

В процессе сварки сварщик может включать или выключать источник питания дуги, плавно изменять силу тока и напряжение сварки, включить и отключить импульсные режимы работы, получить измеренные значения силы тока и напряжения сварки.

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

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

Технологические преимущества устройства радиуправления сварочным оборудованием состоят в следующем:

1. Ввиду отсутствия кабеля управления исключается запутывание проводов.

2. Допускается работа нескольких постов, оборудованных ВПУ одновременно.

3. Выпрямитель можно поставить в удобном для обслуживания месте (закрытом от пыли) и применить более совершенный выпрямитель без опасности его механического повреждения при монтаже.

4. Существенно расширяется площадь обслуживания одним выпрямителем при соблюдении правил техники безопасности (нет проводов высокого напряжения под ногами).

5. Для снижения загрязнения выпрямителя пылью предусмотрено отключение вентилятора в период отсутствия сварочного тока.

6. Применение ВПУ позволяет выполнять работы в жестких производственных условиях при температуре окружающей среды от -20 до $+45$ °С. ● #822

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

Разработка и изготовление оборудования для механизированной дуговой наплавки

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



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



ИЗРМ-5 — универсальная установка автоматической дуговой наплавки 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
РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ
СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА

Украина, Киев
Тел.: +38 044 456-40-20
Факс: +38 044 456-83-53
<http://www.navko-teh.kiev.ua> E-mail: info@navko-teh.kiev.ua

Влияние точности сборки изделия и его коробления на процесс роботизированной сварки

В. С. Дорохов, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Современный рынок требует изготовления продуктов на самом высоком уровне, будь то кузов автомобиля, бойлер или крыльчатка вентилятора. Качество сборки металлоизделия под сварку оказывает прямое влияние на качество конечного изделия в целом. При сборке важно обеспечивать требуемую точность пригонки и совпадения кромок свариваемых элементов. Для этого применяют специальные приспособления — сварочную оснастку.

Использование оснастки обеспечивает точность взаимного расположения собираемых и свариваемых частей, сокращает продолжительность процесса сборки и роботизированной сварки, облегчает труд сборщика при установке, прихватке и поворотах изделия. Специальные приспособления также препятствуют короблению деталей при сварке, так как обеспечивают жесткое закрепление свариваемых частей.

В идеальном случае для роботизированной сварки серийного металлоизделия используют простую программу, согласно которой робот делает обход сварных швов по одной и той же траектории без каких-либо коррекций. Но в зависимости от качества изготовления оснастки и используемых допусков на установку отдельных деталей изделия зачастую требуется коррекция сварочной траектории в части поиска начала и конца шва. Кроме того, в зависимости от сложности изделия, применяемых толщин металла и общих габаритов свариваемой металлоконструкции может возникать коробление, в результате чего реальная траектория шва может отличаться от запрограммированной. Такая ситуация может вызвать цепную реакцию, при которой некоторые другие запрограммированные траектории сварных швов будут иметь расхождение с реальными еще до начала их сварки.

Являясь официальным интегратором компании ABB — мирового лидера в производстве робототехники — ООО «ДельтаСвар» для решения рассмотренных вопросов успешно применяет следующие решения: Smartac, Laser RangeFinder, ScanSonic, Weldguide.

Smartac — поиск сварных швов с помощью ощупывания изделия сварочной проволокой и соплом горелки.

На рис. 1 схематично изображен принцип поиска начала шва с помощью трех измерений (обозначены стрелками). Следует отметить, что роботизированной системе необходимо определенное время на обследование поверхности детали, при этом горелка должна двигаться настолько медленно, чтобы система могла своевременно остановить поиск при контакте сопла или проволоки с поверхностью детали. Момент контакта определяется при появлении электрического тока через сопло/проволоку, значение которого превышает определенный уровень чувствительности.

Laser Range Finder, или лазерный дальномер — инструмент, который также позволяет вычислить необходимые коррекции траектории, но при этом нет необходимости

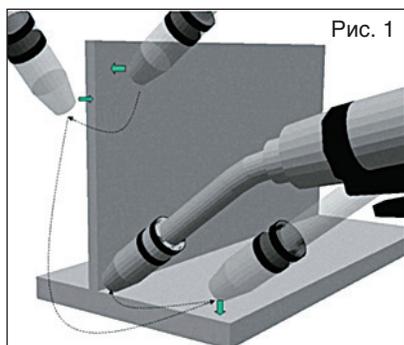


Рис. 1

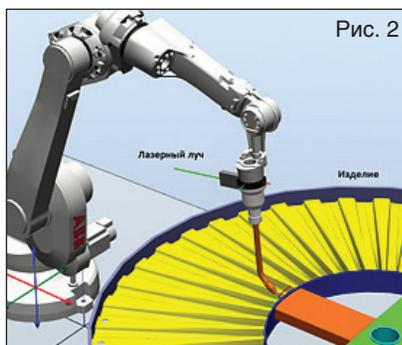


Рис. 2

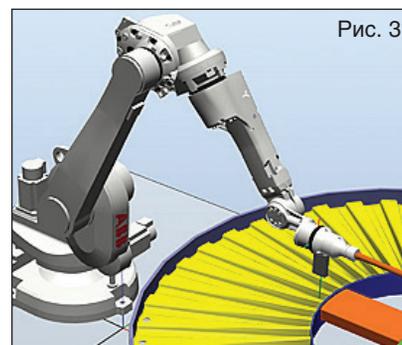


Рис. 3

в движении горелки к месту электрического контакта. Достаточно просто направить дальномер в необходимую точку и скорректировать траекторию по показаниям дальномера.

Компания «ДельтаСвар» успешно применяет лазерный дальномер в составе системы для сварки изделий из гофролиста (рис. 2, 3). На рисунках видно, что на фланце робота закреплены два инструмента — лазерный дальномер и сварочная горелка. В положении сварки горелка ориентирована так, как показано на рис. 2, а в положении измерения и построения динамической траектории ориентация инструментов иная — как показано на рис. 3. Изделие из гофролиста закреплено с помощью оснастки на оси позиционера и вращается во время измерений и сварки.

Решения Smartac и Laser RangeFinder эффективны как для поиска начала шва, так и для коррекции всей траектории шва до начала сварки. Но если имеет место коробление во время сварки, то на помощь приходят дополнительные решения.

ScanSonic — мощный инструмент для оптического слежения за швом во время сварки. Это целая система, состоящая из лазерного излучателя, проецирующего развертку из трех линий на сварной шов; видеокамеры, считывающей видеоизмененную рельефом шва картинку, формируемую лазерным из-

лучателем. Такая система измерения использует принцип триангуляции (рис. 4 (на рисунке показана только одна линия развертки)).

Система настраивается на определенный профиль шва и «сопровождает» его во время процесса сварки. Учитывая, что изделие может иметь большое количество швов с разными профилями, в системе предусмотрена возможность настройки всех возможных профилей шва, и робот переключается между ними «на лету». Это возможно благодаря полной интеграции контроллера системы ScanSonic с контроллером робота.

Общий вид установки системы ScanSonic в паре с горелкой показан на рис. 5.

Как и любой инструмент в робототизированной системе, ScanSonic требует выполнения процедуры калибровки перед началом использования. Для этого предусмотрена специальная калибровочная пластина и программа робота.

Weldguide — решение для отслеживания траектории сварного шва путем измерения параметров дуги во время сварки с поперечными колебаниями горелки.

Данные о параметрах дуги система получает с собственных датчиков напряжения и тока. Интерфейс пользователя для настройки параметров предельно прост и понятен (рис. 6).

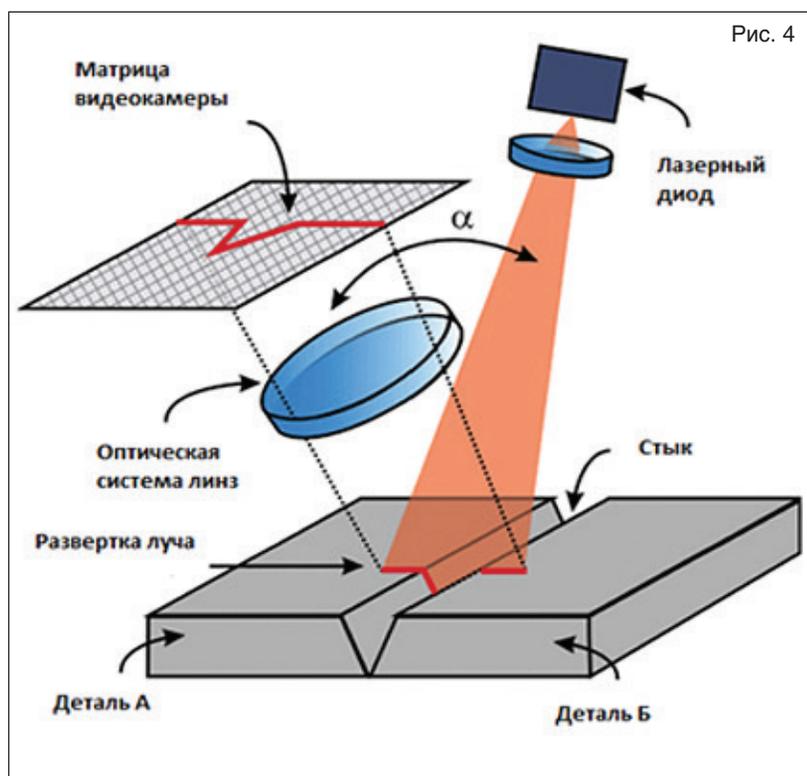


Рис. 4

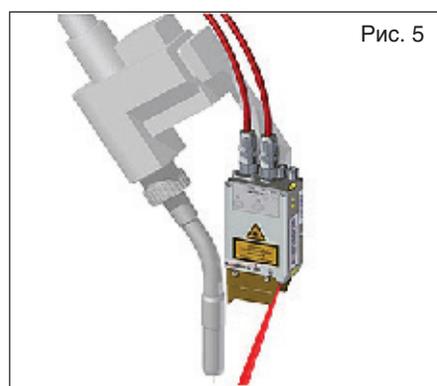


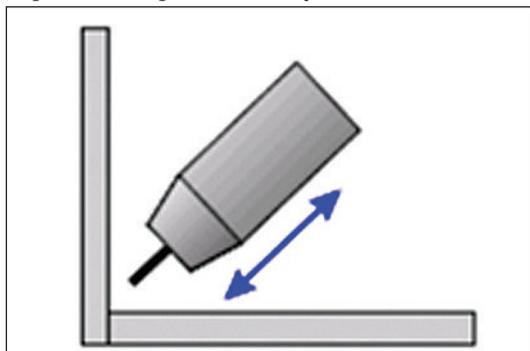
Рис. 5



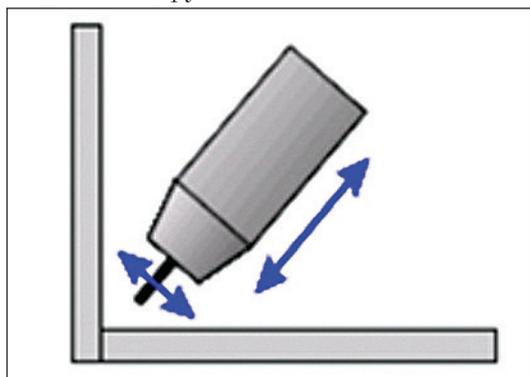
Рис. 6

Базовыми функциями системы Weldguide II второго поколения являются:

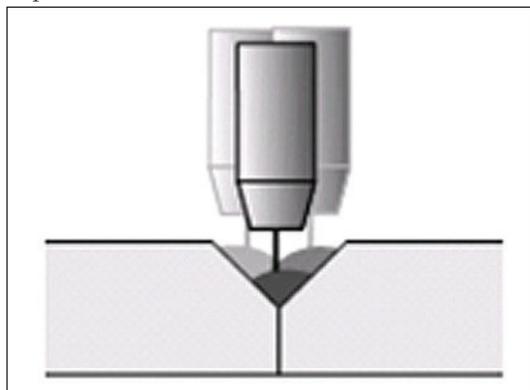
Height-seinsing — режим, при котором по результатам измерения тока дуги регулируется высота горелки над швом для поддержания определенной уставки.



Centerline — режим, при котором во время колебаний горелки измеряется импеданс (функция от тока и напряжения дуги) и система поддерживает его на уровне уставки с помощью коррекции траектории. Есть также возможность внесения поправок для смещения положения шва ближе к одной или другой стенке.

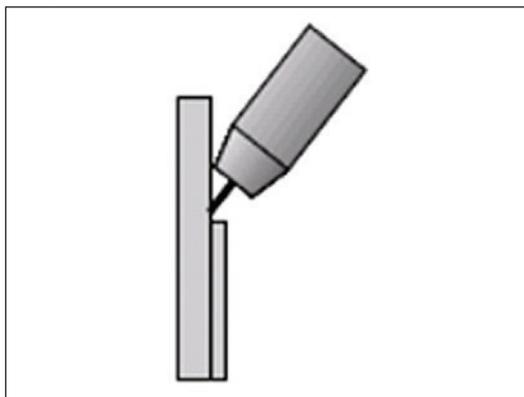


Multipass — режим, который используется при сварке за несколько проходов. При этом система запоминает траекторию первого (базового) прохода, а остальные проходы делает с помощью смещения этой траектории.

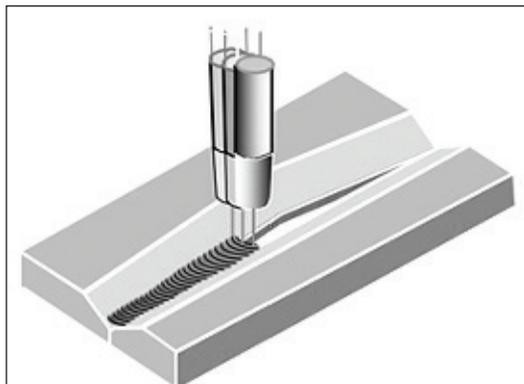


Расширенными функциями системы Weldguide III третьего поколения являются:

Single side tracking — режим, используемый для коррекции траектории, при котором измерения параметров дуги ведутся по одной стенке.



Adaptive fill — режим, позволяющий корректировать амплитуду и скорость колебаний в зависимости от величины зазора на стыке соединения деталей.



Каждое изделие требует особого подхода к проектированию оснастки и применению описанных решений в разных комбинациях.

Профессиональный опыт сотрудников ООО «ДельтаСвар» — залог оптимального решения любой технической сложной задачи. Мы предлагаем нашим партнерам наиболее экономически выгодные технологические решения, обеспечиваем качественное сервисное обслуживание, шефмонтаж и пуско-наладку оборудования. ООО «ДельтаСвар» разработает для Вас робототехнический комплекс, продемонстрирует все возможности данного программного обеспечения, подберет технологию сварки и проведет обучение Ваших специалистов.

● #823

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

Механизация процесса мокрой подводной сварки высоколегированной коррозионностойкой хромоникелевой стали типа 18–10

Н. Ю. Каховский, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

При проведении сварочно-ремонтных работ и технического обслуживания оборудования и трубопроводов для добычи нефти и газа с морского дна, при выполнении судоподъемных и судоремонтных работ, изготовления элементов гидротехнических и портовых сооружений, а также элементов энергетического оборудования широко применяют подводную сварку.

Большинство элементов оборудования выполнено из низколегированных конструкционных сталей, однако, учитывая коррозионное воздействие, оказываемое водной средой, все большее применение находит высоколегированная коррозионностойкая сталь.

На данный момент ассортимент рынка материалов для мокрой подводной сварки высоколегированных коррозионностойких сталей представлен только специализированными покрытыми электродами.

Однако ручная дуговая сварка покрытыми электродами по сравнению с механизированным и автоматизированным способами сварки обладает более низкой производительностью, а также сравнительно более низким качеством сварных швов.

Кроме того, мировые тенденции развития сварочного оборудования идут в направлении механизации и автоматизации процесса сварки для исключения полного участия человека в работах в особо опасных условиях, таких как подводная сварка.

Поскольку сварка проволокой сплошного сечения в среде защитных газов под водой невозможна, в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины было принято решение о разработке технологии механизированной подводной сварки с применением самозащитной порошковой проволоки для мокрой подводной сварки высоколегированных коррозионностойких сталей типа 18–10.

При мокрой подводной сварке дуга горит в замкнутом объеме парогазового пузыря, образующегося за счет продуктов диссоциации воды, а также сгорания и испарения плавящегося электрода и изделия. Плотность воды в 850 раз больше плотности воздуха, теплоемкость в четыре раза, а теплопроводность в 25 раз. Дуга, горящая под водой, испытывает два вида сжатия (контрагирования) — от охлаждающего воздействия водорода и гидростатического давления столба жидкости. Также охлаждающее действие воды, повышенное давление, диссоциация воды и ее паров приводят к дестабилизации процесса горения дуги, что в свою очередь приводит к необходимости затрачивать большую мощность на поддержание дугового разряда, чем в случае сварки на воздухе. При сварке в радиоактивной среде использование физических свойства воды как естественного барьера уменьшает воздействие радиационного излучения на человека.

Подводная сварка высоколегированных коррозионностойких сталей имеет ряд отличий от сварки низколегированных конструкционных сталей. В низколегированных сталях перенасыщение наплавленного металла водородом ведет к образованию сварочных дефектов и снижению механических характеристик сварного шва, в то время как растворимость водорода в аустенитном металле достаточно велика (55–60 см³/100 г) и находится, как правило, в пределах растворимости.

Приоритетной задачей при подводной сварке коррозионностойких сталей является обеспечение надежной защиты расплавленного металла от окислительного воздействия окружающей среды. Кислород, взаимодействуя с расплавленным металлом как на стадии капли, так и на стадии ванны, спо-

способствует выгоранию высокоактивных легирующих элементов, может проявляться в виде оксидных включений, негативно влияющих на механические свойства наплавленного металла, а также в виде дефектов, таких как поры.

На рис. 1 показан внешний вид сварных швов, выполненных при мокрой подводной сварке высоколегированной коррозионно-стойкой стали типа 18–10 (12X18H10T). Сварка выполнялась проволокой диаметром 1,6 мм на постоянном токе обратной полярности с использованием в качестве источника питания выпрямителя ВДУ-601 (жесткая характеристика) на режиме: $U_d = 32...34$ В; $I_{св} = 140...160$ А.

Сварка проходит с удовлетворительной стабильностью горения дуги и без коротких замыканий, о чем свидетельствуют осциллограммы силы тока и напряжения, а также вольт-амперная характеристика (рис. 2), гистограммы тока и напряжения (рис. 3), построенные с помощью программы Power Graph Professional v.3.3.

По результатам химического анализа, состав наплавленного металла отвечает заданному типу легирования 08X20H9Г2Б согласно ГОСТ 10052-75. Оценку содержания ферритной фазы в наплавленном металле проводили объемным магнитным методом с использованием ферритометра марки «МФ-10и». Содержание ферритной составляющей



Рис. 1. Внешний вид сварных швов при мокрой подводной сварке высоколегированной коррозионно-стойкой стали типа 18–10

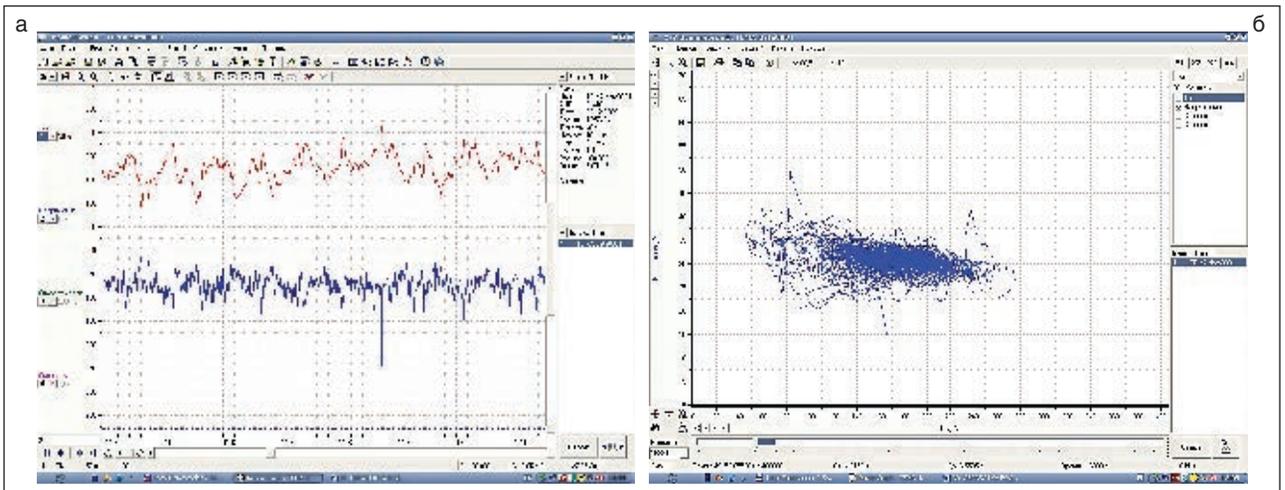


Рис. 2. Осциллограмма процесса сварки (а) и вольт-амперная характеристика процесса сварки порошковой проволокой (б)

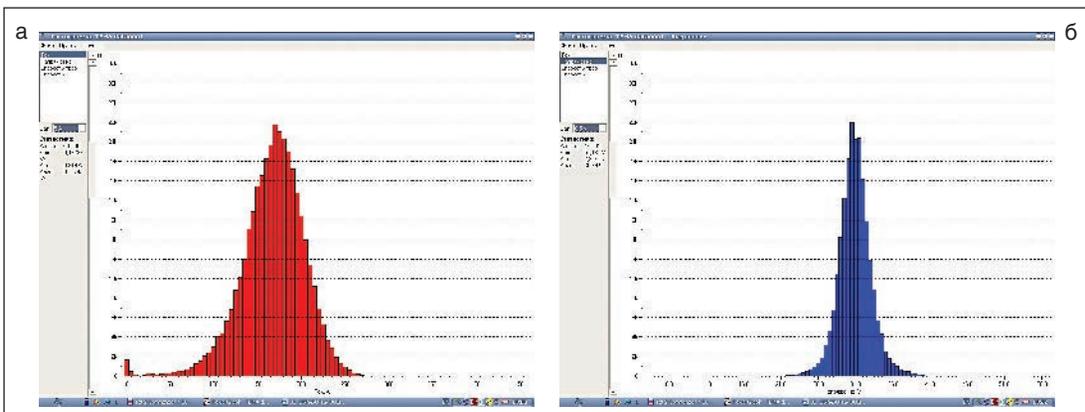


Рис. 3. Гистограммы тока (а) и напряжения (б)

щей в металле шва стали 08Х20Н9Г2Б согласно ГОСТ 9466-75 должно быть в пределах 4–10 мас.%. Микроструктура металла шва — аустенит + 6% α-фазы. Испытание сварных соединений на склонность к межкристаллитной коррозии проводили по ме-

Таблица 1. Результаты анализа химического состава наплавленного металла при мокрой подводной сварке и при сварке на воздухе

Среда	Химический состав наплавленного металла, масс. %							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	S	P
Воздух	0,06	0,52	1,83	21,83	9,5	0,30	0,015	0,025
Вода	0,04	0,32	1,23	20,90	9,4	0,21	0,018	0,022
ГОСТ 10052–75	0,05–0,12	<1,3	1,00–2,50	18,00–22,00	8,00–10,50	0,70–1,30, но не менее 8•С	<0,020	<0,030

Таблица 2. Содержание газов в наплавленном металле при мокрой подводной сварке и при сварке на воздухе

Среда	Содержание газов в наплавленном металле		
	мас. %		см ³ /100 г
	[N]	[O]	[H]
Воздух	0,06	0,05	10,5
Вода	0,03	0,07	27,0

Примечание. В таблице приведены усредненные данные трех замеров содержания водорода и кислорода в образцах МИ-99, вырезанных из последнего слоя наплавки.

Таблица 3. Механические свойства металла шва и сварного соединения при мокрой подводной сварке высоколегированной коррозионностойкой стали типа 18–10 порошковой самозащитной проволокой ПП-АНВ-25 при температуре испытаний 20 °С

Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Временное сопротивление разрыву σ_b , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение Ψ , %	Ударная вязкость a_k , Дж/см ²	Угол загиба, град. R = t
350,8	623,3	25,7	28,7	90,3	68–103

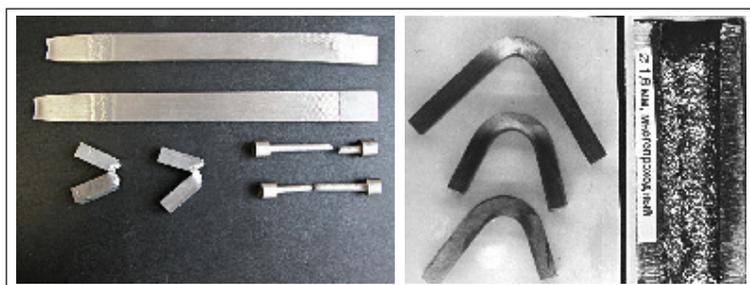


Рис. 4. Внешний вид образцов после механических испытаний.

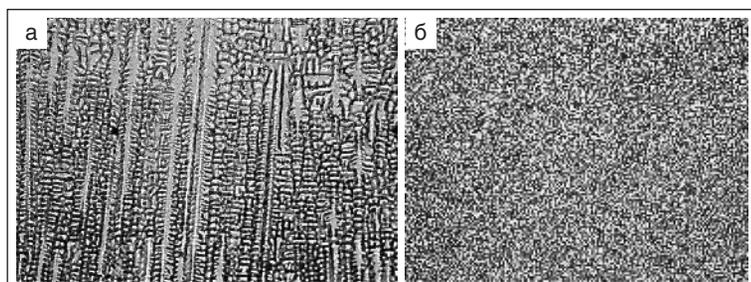


Рис. 5. Микроструктура металла швов, сваренных на воздухе (а) и под водой (б)

тому «АМ» согласно ГОСТ 6032-2003. Анализ образцов после испытаний показали полное отсутствие МКК.

Результаты анализа химического состава наплавленного металла при подводной сварке опытной проволокой, приведенные в табл. 1, практически полностью совпадают с данными при сварке самозащитной порошковой проволокой на воздухе.

Содержание водорода, кислорода и азота определяли по последнему шву семислойной наплавки. Результаты содержания газов в наплавленном металле приведены в табл. 2.

Механические свойства металла шва и сварного соединения приведены в табл. 3, а внешний вид сварных образцов показан на рис. 4.

Полученные результаты механических испытаний удовлетворяют требования класса «В» международного стандарта по подводной сварке ANSI/AWS D3.6.

Металлографические исследования металла швов показали, что при мокрой подводной сварке общее количество неметаллических включений увеличивается почти в два раза, они мелкодисперсные и равномерно распределены по сечению шва. Структура металла шва в значительной степени измельчается — размер зерен уменьшается более чем в три раза (рис. 5).

Результаты испытаний показали, что разработанная самозащитная порошковая проволока обеспечивает необходимый химический состав и механические свойства согласно ГОСТ 10052-75 и требования класса «В» международного стандарта по подводной сварке ANSI/AWS D3.6-92.

Новая порошковая проволока позволяет повысить производительность и качество подводных сварочно-ремонтных работ, получить экономический эффект за счет сокращения времени простоя ремонтируемого объекта.

Применение механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой позволит исключить участие человека при сварке ответственных конструкций в особо опасных условиях.

Критерии оценки эффективности оборудования для кислородной резки металлов больших толщин

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

Кислородную резку металлов больших толщин используют в ПАО «НКМЗ» для разделки крупногабаритного металлолома (копровый цех), для удаления прибылей литья (фасоннолитейные цеха), для вырезки проложек для металлургических печей (кузнечно-прессовые цеха), для удаления выводных планок при электрошлаковой сварке крупных деталей (термические цеха) и при фигурной вырезке деталей из толстых плит (электросталеплавильный цех и цеха металлоконструкций). Для обеспечения нормальной работы по этим направлениям предприятие приобретает широкий ассортимент ручных и машинных резаков для резки заготовок толщиной от 300 до 1200 мм.

В настоящее время существует много заводов-разработчиков и производителей резаков как в Украине, так и за рубежом. При закупке резаков необходимо определить, соответствует ли приобретенный резак параметрам энергоносителей, принятым на заводе, достаточно ли он производителен (скорость резки), экономичен (расходы кислорода и природного газа, ширина реза) и долговечен (стойкость мундштуков).

Авторами статьи разработана методика оценки эффективности оборудования для кислородной резки металлов больших толщин по предварительным исходным данным и методика расчета технологических параметров газокислородной резки металлов больших толщин в различных цехах завода.

Предложено дополнительно к существующим ввести в обиход следующие критерии оценки эффективности оборудования:

- удельный расход кислорода на единицу разрезаемого металла большой толщины;
- удельный расход природного газа на единицу разрезаемого металла большой толщины;
- расчетное количество кислорода на 1 м длины реза;
- расчетное количество природного газа на 1 м длины реза.

Удельный расход кислорода на единицу разрезаемого металла большой толщины. При кислородной резке металлов больших толщин лучше других показали себя дозвуковые сопла с режущим каналом

цилиндрической формы. Они образуют достаточное количество перегретого шлака на верхней кромке реза, который, перемещаясь в глубь заготовки, нагревает ее. Дозвуковая кислородная струя не отражается от препятствия в теле заготовки (пустота, усадочная раковина, неметаллические включения), как это имеет место со сверхзвуковыми струями, а плавно обтекает это препятствие, вымывая неметаллические включения, и процесс резки не прерывается.

Цилиндрические сопла имеют одно важное свойство: теоретически кислородный поток разгоняется в них до скорости звука при давлении газа перед соплом 0,183 МПа (1,83 кгс/см²), которое названо критическим давлением. На практике с учетом различных потерь эту величину можно принять 0,3–0,4 МПа (3–4 кгс/см²). Критическое давление одно и то же для цилиндрических сопел всех диаметров. Поскольку разогнать кислород выше скорости звука в цилиндрическом канале невозможно, повышение давления перед соплом выше критического значения приводит к увеличению угла раскрытия режущей струи кислорода и, как следствие, к потере мощности струи и увеличению ширины реза.

Из сказанного выше следует, что количество кислорода, необходимое для резки заготовки определенной толщины, нужно обеспечивать не изменением давления на входе в сопло, а изменением его диаметра. Давление же кислорода перед соплом для всех толщин заготовок одинаково.

При газопламенной обработке металлов для расчета расхода кислорода при истечении его в атмосферу пользуются достаточно точной формулой:

$$V = \mu_B \cdot \omega \cdot d^2 \cdot (P + 1), \quad (1)$$

где V — расход кислорода, м³/ч; μ_B — коэффициент, зависящий от физических констант газа (для кислорода $\mu_B = 0,44$); ω — коэффициент, зависящий от соотношения давления кислорода до сопла и после него. Если $P \geq P_{кр.}$, то $\omega = 1$; P — давление кислорода перед соплом, принимаем $P = 0,4$ МПа (4 кгс/см²); d — диаметр сопла, мм.

При резке металлов больших толщин кислородом низкого давления, необходимо ввести коэффициент K_p , учитывающий потери давления в сопле:

$$V = \mu_B \cdot \omega \cdot d^2 \cdot (K_p \cdot P + 1), \quad (2)$$

где $K_{\text{п}}$ — коэффициент потерь давления в зависимости от диаметра сопла:

$$K_{\text{п}} = 1 + \frac{1}{d}. \quad (3)$$

Подставив в формулу (2) значения коэффициентов и значение давления перед соплом, равное 0,4 МПа (4 кгс/см²), для цилиндрических кислородных сопел получим:

$$V_{\text{O}_{2\text{реж.}}} = 2,2 \cdot d^2 + 1,76 \cdot d. \quad (4)$$

Эмпирическим путем была получена следующая зависимость между диаметром отверстия режущего сопла d , мм, и толщиной разрезаемой этим соплом заготовки δ , м:

$$d = 9 \cdot \delta. \quad (5)$$

Решая совместно формулы (4) и (5), получим зависимость расхода режущего кислорода $V_{\text{O}_{2\text{реж.}}}$ от разрезаемой толщины δ :

$$V_{\text{O}_{2\text{реж.}}} = 178,2 \cdot \delta^2 + 15,84 \cdot \delta. \quad (6)$$

В резаках внешнего смешивания кислорода с природным газом расход подогревающего кислорода $V_{\text{O}_{2\text{под.}}}$ составляет 20% от расхода режущего кислорода $V_{\text{O}_{2\text{общ.}}}$, т.е. общий расход кислорода $V_{\text{O}_{2\text{общ.}}} = 1,2 \cdot V_{\text{O}_{2\text{реж.}}}$.

$$V_{\text{O}_{2\text{общ.}}} = 214 \cdot \delta^2 + 19 \cdot \delta. \quad (7)$$

На практике удобнее пользоваться понятием: удельный расход кислорода на единицу разрезаемой толщины $V_{\text{O}_{2(\delta)}}$:

$$V_{\text{O}_{2(\delta)}} = 214 \cdot \delta + 19. \quad (8)$$

Удельный расход природного газа на единицу разрезаемой толщины. В резаках внешнего смешивания кислорода с природным газом расход подогревающего кислорода $V_{\text{O}_{2\text{под.}}}$ и расход природного газа V_{CH_4} связаны зависимостью:

$$V_{\text{CH}_4} = \frac{V_{\text{O}_{2\text{под.}}}}{1,1} = \frac{0,2 \cdot V_{\text{O}_{2\text{реж.}}}}{1,1}. \quad (9)$$

Подставив в формулу (9) значение $V_{\text{O}_{2\text{реж.}}}$ из формулы (6), получим:

$$V_{\text{CH}_4} = 32,4 \cdot \delta^2 + 2,88 \cdot \delta. \quad (10)$$

Разделив правую и левую части уравнения (10) на значение толщины δ , получим формулу удельного расхода природного газа на единицу разрезаемой толщины:

$$V_{\text{CH}_4(\delta)} = 32,4 \cdot \delta + 2,88. \quad (11)$$

На производстве, в цехах и отделах часто удобнее пользоваться графиками или таблицами, а не формулами. В качестве справочного материала ниже приведены графики зависимости общего расхода кислорода (кривая 1, рис. 1) и удельного расхода кислорода (кривая 2, рис. 1) от толщины разрезаемого металла. На рис. 2 представлены графики зависимости расхода природного газа (кривая 1) и удельного расхода природного газа (кривая 2) от толщины разрезаемой заготовки

и удельного расхода природного газа (кривая 2) от толщины разрезаемого металла. В табл. 1 собраны результаты расчетов, выполненных по формулам (7), (8), (10).

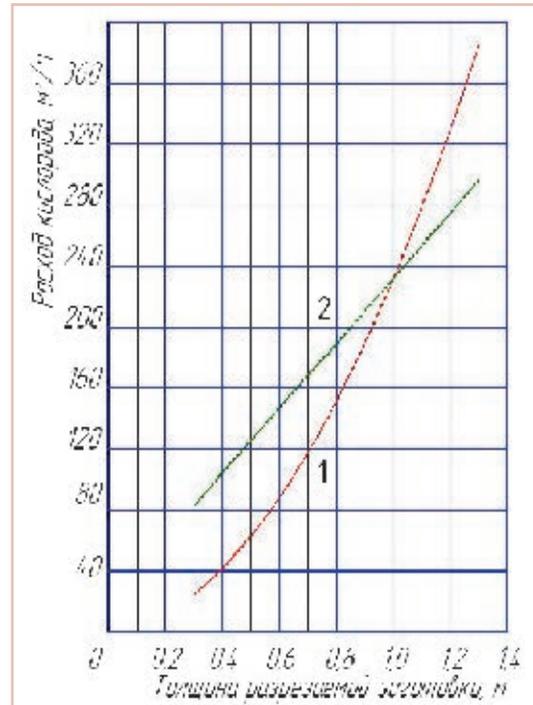


Рис. 1. Зависимость общего расхода кислорода (1) и удельного расхода кислорода (2) от толщины разрезаемой заготовки

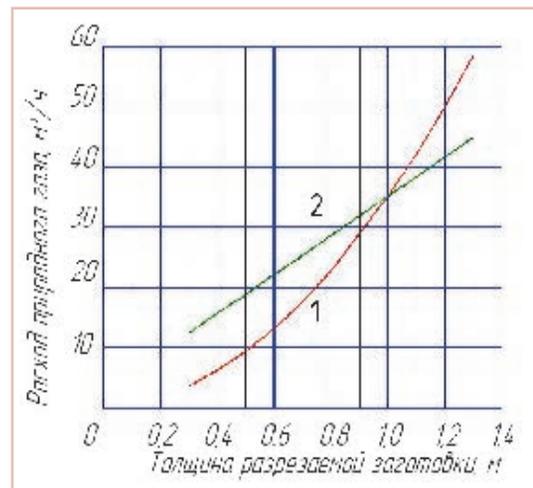


Рис. 2. Зависимость расхода природного газа (1) и удельного расхода природного газа (2) от толщины разрезаемой заготовки

Таблица 1. Результаты расчетов расхода энергоносителей для разрезаемого металла различных толщин

Расход газа, м³/ч	Толщина заготовки, м										
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
Общий расход кислорода	25	42	63	88	118	152	190	233	280	331	386
Удельный расход кислорода	83	105	126	147	169	190	212	233	254	276	297
Общий расход природного газа	3,8	6,3	9,5	13,4	17,9	23,0	28,8	35,3	42,4	50,0	58,5

Количество кислорода и природного газа, приходящиеся на 1 м длины реза. На рис. 3 показана зависимость скорости резки от толщины разрезаемого металла. График построен по данным справочной литературы. Значения кривой на графике алгебраически можно выразить формулой:

$$U = k \cdot (8 - 3 \cdot \delta), \quad (12)$$

где k – коэффициент, зависящий от состояния заготовки и внешних факторов ($k = 1$ при резке чистой заготовки без пригара, окалины, пустот и неметаллических включений).

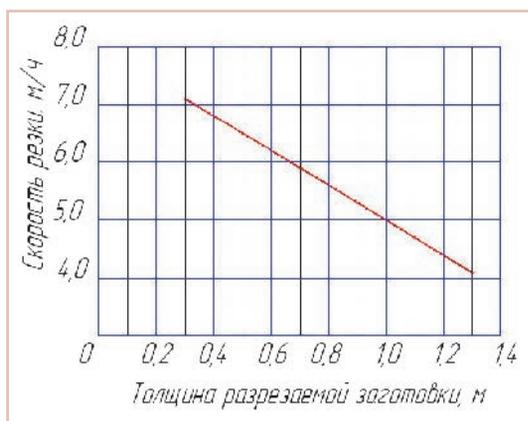


Рис. 3. Зависимость скорости резки от толщины разрезаемой заготовки

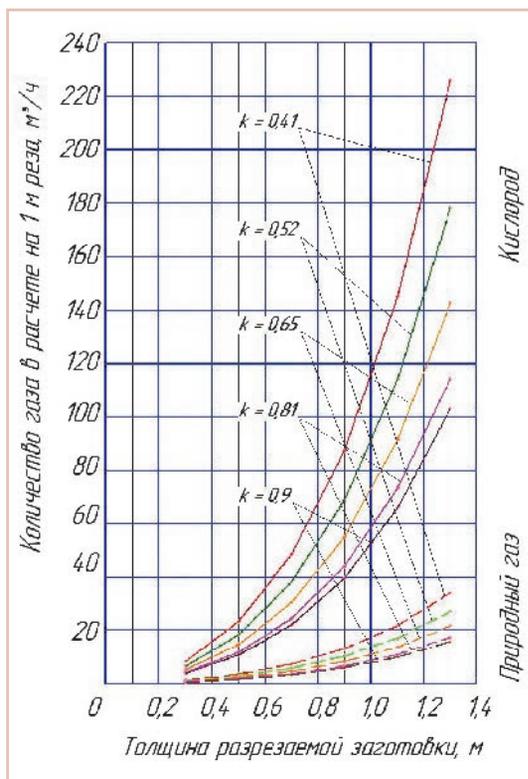


Рис. 4. Количество кислорода в расчете на 1 м реза (сплошные) и природного газа в расчете на 1 м реза (пунктирные) в зависимости от толщины разрезаемой заготовки

Разделив левую и правую часть уравнения (7) на значение длины реза, выполненного в течение 1 ч, получим:

$$\frac{V_{O_2\text{общ}}}{L} = \frac{214 \cdot \delta^2 + 19 \cdot \delta}{U \cdot t}. \quad (13)$$

Подставив в уравнение (13) значение U из уравнения (12) и время t , которое составляет 1 ч, получим общее количество кислорода, необходимое для выполнения резки заготовки заданной толщины длиной 1 м. После преобразований получим уравнение:

$$Q_{O_2(L)} = \frac{71,3 \cdot \delta^2 + 6,3 \cdot \delta}{k \cdot (2,67 - \delta)}. \quad (14)$$

Разделив левую и правую часть уравнения (10) на значение длины реза, выполненного в течение 1 ч, получим:

$$\frac{V_{CH_4}}{L} = \frac{32,4 \cdot \delta^2 + 2,88 \cdot \delta}{U \cdot t}. \quad (15)$$

Подставив в уравнение (15) значение U из уравнения (12) и время t , которое составляет 1 ч, получим количество природного газа, необходимое для резки заготовки заданной толщины длиной 1 м. После преобразований получим уравнение:

$$Q_{CH_4(L)} = \frac{10,8 \cdot \delta^2 + 0,96 \cdot \delta}{k \cdot (2,67 - \delta)}. \quad (16)$$

Коэффициент, зависящий от состояния заготовки и от внешних факторов k , можно определить по эмпирической формуле:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5. \quad (17)$$

Физический смысл и значения коэффициентов k_1 – k_5 приведены в табл. 2.

Рассчитанный по формуле (17) коэффициент k для различных цехов ПАО «НКМЗ» приведен ниже:

- копровый цех (разделка крупногабаритного металлолома), $k = 0,41$;

Таблица 2. Физический смысл и значения коэффициентов k_1 – k_5

k_1	Коэффициент, учитывающий чистоту кислорода	99,5 %	1,0
		99,2 %	0,9
		99,0 %	0,8
k_2	Коэффициент, учитывающий износ магистралей и системы газопитания по машине	≥ 5 лет	1,0
		5–10 лет	0,9
		≥ 10 лет	0,8
k_3	Коэффициент, учитывающий эквивалент углерода в разрезаемой заготовке $S_{\text{экв}}$.	≤ 0,6	1,0
		0,6–0,9	0,9
		≥ 0,9	0,8
k_4	Коэффициент, учитывающий усадочные раковины, пустоты, рыхлоты, неметаллические включения в теле заготовки	Чистая	1,0
		Усадка	0,8
		Включения	0,6
		Усадка + включения	0,5
k_5	Коэффициент, учитывающий наличие окалины, или пригара на поверхности заготовки по линии реза. Толщина окалины s , мм	$s = 0$	1,0
		$s = 4$	0,9
		$s = 4-6$	0,8
		$s \geq 6$	0,7

Таблица 3. Результаты расчета количества кислорода и природного газа на 1 м реза для разрезаемых заготовок различных толщин, м³/м

Газ	Цех; коэффициент k	Толщина заготовки, м					
		0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3
Кислород	Копровый; 0,41	8,45	23,58	48,70	87,40	145,40	226,60
	Фасоннолитейный; 0,52	6,66	18,60	38,40	68,90	114,70	178,60
	Кузнечно-прессовый; 0,65	5,33	14,87	30,72	55,13	91,75	142,90
	Термический; 0,81	4,28	11,94	24,65	44,24	73,62	114,70
	ЦМК; 0,9	3,85	10,74	22,20	39,8	66,26	103,20
Природный газ	Копровый; 0,41	1,30	3,57	7,38	12,25	21,94	34,72
	Фасоннолитейный; 0,52	1,03	2,82	5,82	10,45	17,30	27,38
	Кузнечно-прессовый; 0,65	0,82	2,25	4,66	8,36	13,84	21,90
	Термический; 0,81	0,66	1,80	3,74	6,71	11,10	17,57
	ЦМК; 0,9	0,59	1,63	3,36	6,04	10,00	15,82

- фасоннолитейные цеха (удаление прибылей литья), $k = 0,52$;
- кузнечно-прессовые цеха (удаление концевых частей поковок и слитков), $k = 0,65$;
- термические цеха (удаление выводных планок при электрошлаковой сварке крупных деталей), $k = 0,81$;
- электросталеплавильный цех и цеха металлоконструкций (фигурная вырезка деталей из толстых плит), $k = 0,9$.

Решая уравнения (14) и (16), получим графики зависимости количества кислорода и количества природного газа в расчете на 1 м реза от толщины разрезаемой заготовки (рис. 4) для различных переделов завода. Результаты расчетов сведены в табл. 3.

В существующих методиках расчета расхода энергоносителей (кислорода и горючего газа) используются сложные формулы, в которых расход газа является функцией от нескольких переменных: диаметра сопла, давления перед соплом, физических констант газа. Давление перед соплом представлено в неявной форме, полученные результаты не дают ответ на вопрос: какую толщину заготовки можно резать данным соплом. Значение давления подставляется в формулу произвольно, так как измерить давление перед соплом в штатных резаках невозможно, поэтому результат, полученный при решении этих формул, носит субъективный характер.

При разработке настоящей методики оценки эффективности оборудования для кислородной резки металлов больших толщин получены формулы расчета расхода рабочих газов, которые являются функцией только от одной переменной — толщины разрезаемой заготовки. Упрощены расчеты и исключен субъективизм при их выполнении.

На заводе введены в обращение новые критерии в области кислородной резки:

- удельный расход кислорода $[V_{O_2(\delta)}]$ и удельный расход природного газа $[V_{CH_4(\delta)}]$ в расчете на единицу толщины разрезаемой заготовки. Эти критерии позволяют быстро оценить, будет ли предлагаемое новое оборудование эффективным в условиях завода;
- количество кислорода $[Q_{O_2(L)}]$ и природного газа $[Q_{CH_4(L)}]$, расходуемое на выполнение 1 м реза. По этим критериям можно оперативно рассчитать расход энергоносителей в любом промежутке времени и, зная общий тоннаж заготовок, переработанных за это же время, можно рассчитать количество кислорода и природного газа, приходящееся на резку 1 т заготовок, и сравнить его с контрольной цифрой, имеющейся в каждом цехе.

При выполнении настоящей работы для расчетов предложен коэффициент уменьшения скорости резки и, соответственно, коэффициент увеличения расхода газов-энергоносителей k в зависимости от состояния заготовки и от внешних факторов, определены его численные значения для копрового цеха, фасоннолитейного цеха, кузнечно-прессового цеха, термических цехов и цехов металлоконструкций. Коэффициент k учитывает состояние магистралей энергоносителей, чистоту кислорода, химический состав заготовки, наличие окалины и пригара по линии реза, наличие усадочных раковин, пустот и неметаллических включений в теле заготовки.

Пользуясь формулами (14) и (16) или графиком на рис. 3, или табл. 3, можно определить расход газов-энергоносителей при кислородной резке заготовок больших толщин любой сложности.

● #825

Методика определения количественных показателей, характеризующих сварочно-технологические свойства проволоки при механизированной сварке в защитных газах

С. Т. Римский, В. И. Галинич, Р. Н. Шевчук кандидаты технических наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Причины нарушения процесса сварки. Нестабильное горение дуги при механизированной и автоматической сварке в защитных газах имеет различные причины. Следует различать такие, которые связаны с качеством электродной проволоки, и такие, которые обусловлены работой механизмов. К первым относятся: недостаточная прочность сцепления медного покрытия и его неоднородная поверхность, отклонение от нужного диаметра и слишком малая прочность. Труднее распознать источники нестабильности процесса сварки, относящиеся к системе подачи проволоки, часто вызванные недостаточным уходом за сварочной аппаратурой. Поэтому при возникновении неравномерной подачи проволоки в зону сварки особое внимание следует уделять подающему механизму.

В приводных роликах механизма подачи проволоки канавки должны иметь форму, исключая повреждение проволоки. Рекомендуется трапецевидная форма с углом 30° . Максимальная ширина канавки в ролике должна быть на $0,03$ мм больше диаметра D проволоки. Глубина канавки должна соответствовать диаметру проволоки (рис. 1). Направляющие ролики в подающем механизме устанавливают так, чтобы электродная проволока проходила в них по центру.

О чрезмерном износе приводного ролика свидетельствует скопление металлических опилок в канавке вследствие повреждения проволоки. Часть опилок вместе с проволокой попадает в канал шланга и токоподводящий наконечник, что и приводит к нарушению равномерной подачи проволоки. Металлические опилки необходимо удалять из подающего механизма перед каждой сменой кассеты с проволокой.

Направляющие электродной проволоки (направляющие шланги) имеют различную длину. Чем длиннее направляющий шланг, тем больше трение сварочной проволоки в металлической спирали. Поэтому шланги перед выполнением сварочных работ должны быть уложены как можно ровнее. Достаточно промыть и продуть шлангов сжатым воздухом, чтобы уменьшить трение сварочной проволоки в спирали. Повышенное трение ведет к образованию металлической пыли, которая оседает в шлангах и засоряет их, что приводит к нарушению равномерности подачи проволоки

и нестабильному горению дуги и, как следствие, увеличению разбрызгивания электродного металла.

Токоподводящие наконечники предназначены для подачи тока от источника тока к сварочной проволоке. Диаметр проволоки и отверстие наконечника должны соответствовать друг другу. Внутренний диаметр токоподводящего наконечника должен быть на $0,13$ – $0,20$ мм больше, чем диаметр проволоки. Степень изнашивания и электропроводность наконечника зависят от химического состава металла, из которого он изготовлен. Наконечники из электролитической меди обладают высокой электропроводностью и износостойкостью. Наконечники должны иметь чистую плоскую поверхность, прилегающую к мундштуку (переходная втулка) (рис. 2), так как сварочный ток протекает от мундштука через подводящий наконечник к электродной проволоке. Загрязнение резьбы и контактных поверхностей наконечника и мундштука приводит к увеличению электрического сопротивления в контакте и при силе сварочного тока более 100 А вызывает его перегрев до 500 °С. В этом случае сварщик ощуща-

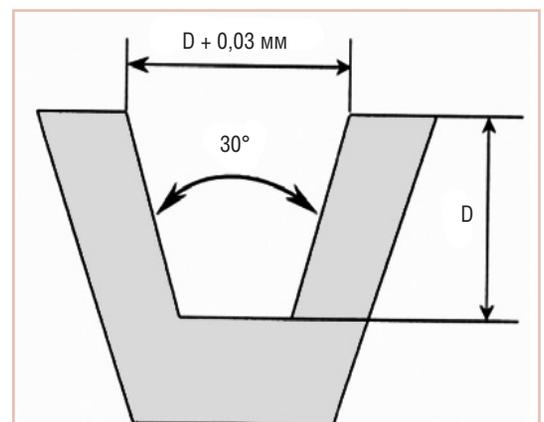


Рис. 1. Рекомендуемая форма канавки ролика

ет трение и толчки в канале шлангового держателя, приводящего к нарушению процесса сварки. По истечении непродолжительного времени электродная проволока приваривается к токоподводящему наконечнику и процесс сварки прекращается.

Предприятия-изготовители сварных металлоконструкций, широко использующие для этой цели омедненную сварочную проволоку, иногда необоснованно предъявляют претензии к ее качеству. Чаще отрицательные явления, наблюдаемые в процессе сварки (нестабильность, повышенное разбрызгивание и др.), объясняются качеством сварочного оборудования. Например, использование подающих механизмов старого типа со сработанными роликами или роликами с насечкой, просто сдирают медное покрытие с поверхности проволоки. Медь при этом осыпается, забивает шланговые каналы и токоподводящие наконечники, а процесс сварки из-за потери устойчивости горения дуги становится нестабильным или просто невозможным. Высокие сварочно-технологические свойства проволоки наиболее эффективно проявляются при ее использовании на современном сварочном оборудовании, например, Патон БП-607, УЗ, ПДГ-525-1, 2, 3, 4, 5, 6, укомплектованном механизмом подачи проволоки МПЗ-4А и на целом ряде аналогичного сварочного оборудования ведущих зарубежных компаний: ESAB, FRONIUS, MILLER и др.

Выбор сварочного тока. Сварочный ток можно назвать основным показателем плавления электрода. Изменение силы сварочного тока, даже самое незначительное — в пределах 4–6 А, во многих слу-

чаях приводит к заметному изменению характера (типа) переноса металла с торца электрода в сварочную ванну. При этом масса капель и частота их отрыва от электрода может увеличиваться или уменьшаться так же, как и длительность коротких замыканий при одних режимах, или без коротких замыканий — при других. Взаимодействие и взаимозависимость процессов, связанных с изменением силы тока и напряжения дуги, определяет скорость плавления электрода, характер переноса и уровень разбрызгивания электродного металла.

Интенсивное перемещение пятна дуги по капле наблюдается, главным образом, в том случае, если электрод является катодом (прямая полярность — минус на электроде), поэтому вследствие более высокой температуры катода процесс формирования капли металла менее регулярный, чем при обратной полярности (плюс на электроде), когда анодное пятно менее подвижно. Одним из проявлений такого поведения капли на прямой полярности является ухудшение формирования шва и большее разбрызгивание электродного металла. Именно поэтому при сварке плавящимся электродом в защитных газах на постоянном токе рекомендуется обратная полярность.

Основными факторами, определяющими тип перехода капель в сварочную ванну, являются режим сварки и состав защитного газа. При сварке короткой дугой (длина дуги меньше диаметра электрода) переход металла через дуговой промежуток происходит, главным образом, путем образования «мостика» жидкого металла, замыкающего дугу накоротко (рис. 3, в). При сварке длинной дугой (длина дуги заметно больше диаметра электрода) металл переносится отдельными каплями, зачастую без коротких замыканий (рис. 3, а, б).

Учитывая указанные особенности переноса металла через дуговой промежуток, предлагается понятие «оптимальный сварочный ток» I_0 , т.е. сила тока, при которой обеспечиваются наиболее высокие сварочно-технологические свойства проволоки. Критерии оптимального сварочного тока следующие:

- легкое зажигание дуги;
- спокойное мягкое горение дуги;
- наилучшее формирование сварного шва во всех пространственных положениях;
- мелкочешуйчатая поверхность шва и плавный переход от металла шва к основному металлу;
- отсутствие надрывов и подрезов на линии сплавления шва с основным металлом (прямолинейность шва);
- минимальный уровень разбрызгивания и напыливания электродного металла.

Оптимальный ток, обеспечивающий наилучшие сварочно-технологические свойства проволоки, является «эталонным» для конкретной марки и диаметра проволоки, а также аргументом по отношению к показателям плавления проволоки. От силы сварочного тока, а также напряжения дуги зави-

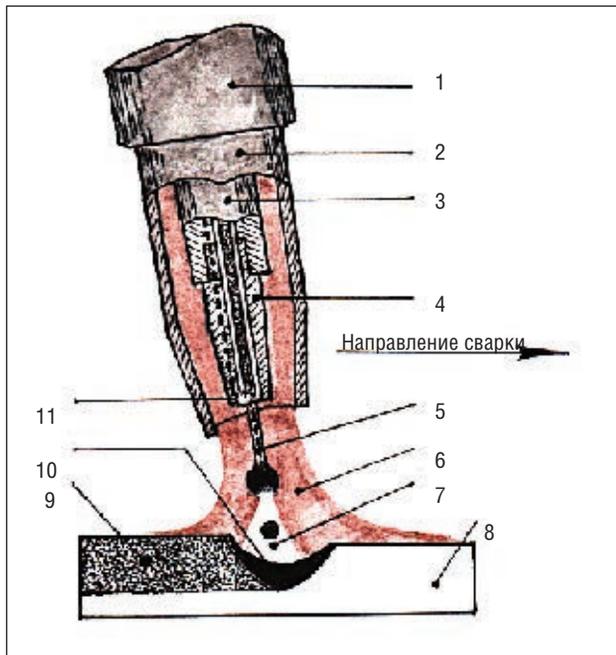


Рис. 2. Схема механизированной сварки плавящимся электродом в защитных газах: 1 — горелка; 2 — газовое сопло; 3 — мундштук; 4 — контактный наконечник; 5 — проволока; 6 — защитный газ; 7 — дуга; 8 — свариваемый металл; 9 — сварной шов; 10 — сварочная ванна; 11 — точка контакта

сят: скорость плавления электрода, производительность сварки (наплавки), коэффициенты разбрызгивания и набрызгивания электродного металла.

Испытания сварочно-технологических свойств проволоки. Испытания сварочной проволоки осуществляется наплавкой в CO_2 или в смеси газов $\text{Ar} + 18...20\% \text{CO}_2$ на пластины из сталей общего назначения (низкоуглеродистые или низколегированные). При этом следует охватить весь диапазон сварочных токов, применяемых на практике. Выбирая оптимальные режимы для испытаний проволоки, следует исходить из данных *табл. 1*.

При предварительных, переходных и типовых испытаниях оценку сварочных свойств проволоки необходимо проводить при наплавке валиков в нижнем и вертикальном положении.

При приемочных испытаниях оценку сварочных свойств по наплавкам следует производить только в нижнем положении.

Наплавки в вертикальном положении выполняет сварщик высокой квалификации (не ниже 5-го разряда), который имеет опыт работы в области механизированной сварки в защитных газах.

Наплавки в вертикальном положении осуществляют снизу вверх проволокой диаметром 1,0 мм по режиму № 4 и 1,2 мм — по режиму № 9 (см. *табл. 1*).

Оценка при наплавке в вертикальном положении проводится только по показателям качества формирования сварного шва.

Образцы для наплавки должны соответствовать следующим размерам: длина 350 мм, ширина 60–80 мм, толщина в зависимости от режимов сварки должна соответствовать данным *табл. 1*. Перед выполнением наплавки пластины необходимо зачистить до металлического блеска.

При испытании сварочно-технологических свойств проволоки следует применять соответствующую стандартизированную проволоку ГОСТ 2246-70, предназначенную для сварки сталей общего назначения в CO_2 или в смеси газов $\text{Ar} + 18...20\% \text{CO}_2$.

Предназначенная для испытания проволока должна быть из одной партии.

Поверхность омедненной и неомедненной сварочной проволоки должна быть без следов технологической смазки и других загрязнений.

Пред каждой наплавкой следует обрезать конец проволоки, выходящий из контактного наконечника таким образом, чтобы сечение располагалось перпендикулярно к оси проволоки, а выступающая из газового сопла часть составляла 4–5 мм. Вылет электрода устанавливается в зависимости от сварочного режима согласно данным *табл. 1* и сохраняется постоянным во время испытаний.

Оценка формирования сварного шва. Показатель качества формирования сварного шва определяют по внешнему виду наплавки длиной не менее 300 мм. Соотношение высоты усиления и ширины

наплавленного валика h/b (коэффициент формы шва) оценивают как среднее не менее девяти измерений (по три измерения на каждом испытываемом образце в начале, в середине и конце валика, но не ближе 15 мм от начала и конца шва).

Показатель качества формирования сварного шва получают как среднее арифметическое суммы трех отдельных оценок.

Упрощенный анализ проводят по следующей схеме: если наплавленный валик с тонкой чешуйчатостью или гладкий и не имеет пор, трещин, подрезов, а также имеет соотношение $h/b \leq 0,3$, то такой шов оценивается как хороший (балл 1). Если поверхность наплавленного валика недостаточно ровная и имеет отдельные подрезы (до трех) длиной до 1,0 мм, коэффициент формы шва $0,3 < h/b \leq 0,6$, то формирование шва расценивают как удовлетворительное (балл 3). Неудовлетворительное форми-

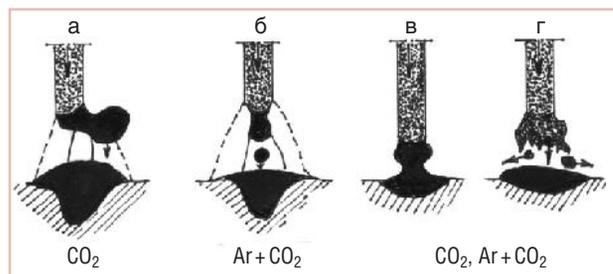


Рис. 3. Влияние состава защитного газа на характер переноса электродного металла и форму проплавления: а — крупнокапельный; б — мелкокапельный (струйный); в — с короткими замыканиями; г — со взрывом капли (проволока неудовлетворительного качества)

Таблица 1. Режимы испытаний

Номер Режима	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока $I_{св}$, А	Напряжение дуги $U_{д}$, В	Расход газа, л/мин	Толщина металла, мм	Вылет электрода, мм
1	0,8	70	$18^{\pm 0,5}$	5	10	7
2	0,8	100	19	5	10	7
3	0,8	150	20	7	10	7
4	1,0	100	$20^{\pm 0,5}$	10	10	10
5	1,0	150	22	10	10	10
6	1,0	200	24	12	10	10
7	1,2	100	$20^{\pm 0,5}$	10	10	15
8	1,2	140	22	10	10	10
9	1,2	150	22	12	10	15
10	1,2	200	24	12	10	15
11	1,2	260	$26^{\pm 1}$	16	16	15
12	1,4	150	$22^{\pm 0,5}$	10	10	16
13	1,4	200	24	12	10	18
14	1,4	250	$27^{\pm 1}$	16	10	18
15	1,4	300	28	18	16	18
16	1,6	250	$25^{\pm 1}$	16	16	18
17	1,6	300	26	18	20	20
18	1,6	350	30	18	20	20
19	1,6	400	34	20	20	20
20	2,0	250	$24^{\pm 0,5}$	16	18	20
21	2,0	350	$30^{\pm 1}$	20	20	22
22	2,0	450	36	20	20	25

Примечание. При тиристорных источниках питания (ВДУ-305, ВДУ-504, ВДУ-601 и др.) на нижнем токовом пределе рабочие напряжения могут отклоняться от указанных в табл. 1 на 10%. Скорость сварки для всех режимов в пределах 25–45 см/мин (15–27 м/ч).

рование шва (оценка 4) характеризуется неровной поверхностью шва с грубой чешуйчатостью, коэффициентом формы шва $h/b > 0,6$ и наличием подрезов (табл. 2).

Проволока непригодна для сварки в защитных газах, если один показатель погрешности достигает четырех или сумма трех превышает значение семь.

Определение коэффициента расплавления электрода. Коэффициент расплавления Ψ_p характеризует удельную производительность процесса расплавления электродной проволоки в конкретных условиях взаимодействия расплавленного металла с составом защитного газа и зависит от силы сварочного тока, измеряется в $г/(А \cdot ч)$:

$$\Psi_p = \frac{M_n}{I \cdot t},$$

где M_n — масса расплавленной проволоки, г; t — продолжительность наплавки, ч; I — сила сварочного тока, А.

Определение коэффициента наплавки. Коэффициент наплавки Ψ_n характеризует удельную, отнесенную к одному амперу силы сварочного тока производительность процесса наплавки, $г/(А \cdot ч)$:

$$\Psi_n = \frac{M_n}{I \cdot t},$$

где M_n — масса наплавленного металла, г; I — сила сварочного тока, А; t — длительность горения дуги без обрывов, ч (продолжительность наплавки).

Определение показателя производительности наплавки. Показатель производительности наплавки G_n характеризует технико-экономическую эффективность сварочного процесса при условии получения наплавленного металла с заданными химическим составом и механическими свойствами:

$$G_n = \Psi_n \cdot I \cdot t,$$

где Ψ_n — коэффициент наплавки, $г/(А \cdot ч)$; I — сила сварочного тока, А; t — продолжительность наплавки, ч.

Таблица 2. Оценка формирования сварного шва

По-грешность	Чешуйчатость поверхности	Подрезы	Коэффициент формы шва, h/b	Балл
0	Тонкая регулярная	Нет	$\leq 0,3$	1
1	Тонкая нерегулярная	Отдельные подрезы 2%	$\leq 0,4$	2
2	Грубая регулярная 2%	До 5 подрезов	$\leq 0,5$	3
3	Грубая нерегулярная 2%	До 10 подрезов	$\leq 0,6$	4
4	Валик неравномерный, крупночешуйчатый	Отдельные подрезы $> 2\%$ или более 10 подрезов $\leq 2\%$	$> 0,6$	5
5	Валик неравномерный, крупночешуйчатый с порами, шлаковыми включениями	Отдельные подрезы $> 2\%$ или более 10 подрезов $\leq 3\%$	> 1	—

Примечание. Процентные данные относятся к общей длине шва (≥ 300 мм). Глубина подреза не должна превышать 3% толщины металла, максимум 0,5 мм.

Наилучшие технологические и экономические эффективные значения G_n получают при оптимальной силе тока I_0 при условии минимального уровня разбрызгивания электродного металла.

Определение коэффициента разбрызгивания электродного металла. Известно, что при сварке в защитных газах не весь металл электродной проволоки переходит в шов. Имеются потери, величины которых определяются по формуле:

$$\Psi_p = \frac{M_p - M_n}{M_p} 100 \%,$$

где M_p — масса расплавленной электродной проволоки, г; M_n — масса наплавленного металла, г.

Массу расплавленной электродной проволоки определяют как разницу массы проволоки до и после наплавки.

Коэффициент потерь Ψ_p характеризует потери электродного металла при его расплавлении на угар, и разбрызгивание и зависит от состава защитного газа и режима сварки. Обычно Ψ_p возрастает при увеличении силы тока и длины дуги, но несколько меньше при сварке в тавр и в глубоководную разделку, чем при наплавке на плоскость.

Угар — это постоянное явление, присущее любому металлургическому процессу, в том числе и дуговой сварке в защитных газах. При сварке абсолютная величина угара зависит от таких основных параметров, как состав защитного газа, диаметр проволоки, сила сварочного тока, длина дуги. Энергия сварочной дуги достаточна для испарения лишь небольшой части от общего количества металла, проходящего через дугу. Установлено, что количество испаряющегося металла составляет 0,02–0,05% объемной массы расплавленной проволоки в устойчиво горящей дуге.

Обобщенные статистические значения коэффициента на угар и разбрызгивание Ψ_p для проволоки Св-08Г2С улучшенного качества, предназначенной для сварки сталей общего назначения при механизированной сварке в защитных газах, приведены в табл. 3.

Сварочная проволока, при испытании которой не превышаются приведенные в табл. 3 потери на разбрызгивание, оценивается как «1» (очень хорошо). Для каждого превышения табличного значения коэффициента разбрызгивания Ψ_p на 50% проволока оценивается на 1 балл ниже.

Например: режим № 8 (см. табл. 1) — значение Ψ_p (табл. 3), 8%:

До 8% Балл 1 (очень хорошо)

Свыше 8 до 12% ... Балл 2 (хорошо)

Свыше 12 до 14% ... Балл 3 (удовлетворительно)

Свыше 14 до 16% ... Балл 4 (неудовлетворительно)

Определение коэффициента набрызгивания. Коэффициент набрызгивания Ψ_{nb} равен сумме массы брызг, удаляемых щеткой и скребком, разделенной на массу наплавленного металла и определяется по формуле:

$$\Psi_n = \frac{M_b}{M_{HM}} \cdot 100\%$$

где M_b — масса брызг, приварившихся на поверхность пластины (изделия), г; M_{HM} — масса наплавленного металла, г.

При определении массы брызг M_b их очищают от частиц шлака и других неметаллических примесей.

Показатели потерь на разбрызгивание и набрызгивание являются важными техническими и экономическими характеристиками проволоки и процесса механизированной сварки в защитных газах. Они в значительной мере определяют длительность цикла изготовления сварных изделий, так как после сварки почти всегда требуется трудоемкая очистка от брызг. Например, при сварке в CO_2 очистка от брызг занимает около 30% времени сварки. Эти затраты составляют 8–10 мин на 1 м шва, а в смеси газов $Ar + 18...20\% CO_2$ от 0,5 до 1,0 мин на 1 м шва.

На сварочно-технологические свойства проволоки, кроме режимов сварки и состава защитного газа, существенно влияют: подача проволоки по шлангам сварочной аппаратуры, которая зависит от ее прочностных характеристик; отклонения размеров проволоки от номинальных значений диаметра и овальности. Сверхдопустимые отклонения приводят к неравномерному движению проволоки в шланговых каналах подающих механизмов и контактных наконечниках сварочной аппаратуры, что, в конечном счете, определяет устойчивость параметров режима сварки и уровень разбрызгивания и набрызгивания электродного металла. Особую важность такая зависимость приобретает при использовании роботизированных и автоматизированных систем, предусматривающих применение дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах. Поэтому в европейском стандарте DIN EN 759 (табл. 4) ужесточены требования к точности геометрических размеров используемой сварочной проволоки по сравнению с требованиями, отраженными в ГОСТ 2246-70.

Таблица 3. Предельные значения коэффициента разбрызгивания электродного металла

Номер режима (табл. 1)	Диаметр проволоки, мм	Коэффициент разбрызгивания Ψ_p , %	Номер режима (табл. 1)	Диаметр проволоки, мм	Коэффициент разбрызгивания Ψ_p , %
1	0,8	6 (4)	12	1,4	8 (5)
2		7 (5)	14		10 (6)
3		8 (3)	15		12 (4)
4	1,0	6 (4)	16	1,6	8 (5)
5		8 (5)	17		10 (6)
6		10 (3)	18		12 (4)
7	1,2	6 (4)	20	2,0	8 (6)
8		8 (5)	21		10 (5)
10		10 (6)	22		12 (3)
11		12 (4)			

Примечание. Значения коэффициентов Ψ_p приведены при сварке в чистом CO_2 , в скобках — в смеси газов $Ar + 20\% CO_2$.

Существенное влияние на сварочно-технологические свойства проволоки, используемой при сварке шланговыми аппаратами, оказывает также естественная форма (так называемая способность к дрессуре), которую проволока принимает в процессе волочения и намотки на барабан волочильного стана. Моток проволоки (4–6 витков), свободно брошенный на горизонтальную поверхность не должен принимать форму пространственной спирали. Расхождение по вертикали концов свободно лежащего витка проволоки не должен превышать 25 мм (рис. 4). При этом проволока в свободном состоянии должна «раскрыться» (увеличить диаметр мотка испытываемых витков) на величину не менее трех диаметров катушки или каркаса. Например, моток из нескольких витков тестируемой проволоки, снятый для испытаний с каркасной шпули К-300 (диаметр 300 мм) должен в свободном состоянии иметь диаметр не менее 900 мм.

Для того чтобы проволока обладала хорошими сварочно-технологическими свойствами, маршрут процесса волочения должен обеспечивать требуемые механические характеристики готовой проволоки согласно ГОСТ 2246-70, DIN EN 759 и DIN 8559. Сварочная проволока с показателями прочности, регламентированными этими стандартами, характеризуется достаточной жесткостью, способностью беспрепятственно проходить по шланговым каналам и выходить из контактного наконечника строго прямолинейно. Это технологическое свойство проволоки весьма важно для обеспечения требуемых геометрических размеров и формы шва, в том числе для исключения грубой чешуйчатости поверхности и минимальному количеству брызг, приварившихся в зоне термического влияния.

Таблица 4. Диаметр сварочной проволоки и допустимые предельные отклонения

Номинальный диаметр проволоки, мм	Предельные отклонения овальности проволоки, мм	
	ГОСТ 2246-70	DIN EN 759
0,8	-0,07	+0,01
1,0	-0,09	+0,01
1,2		-0,02
1,4		-0,03
1,6	-0,12	-0,03
2,0		-0,05

Примечание. Отклонения от овальности проволоки должны быть в диапазоне 1/100 мм.

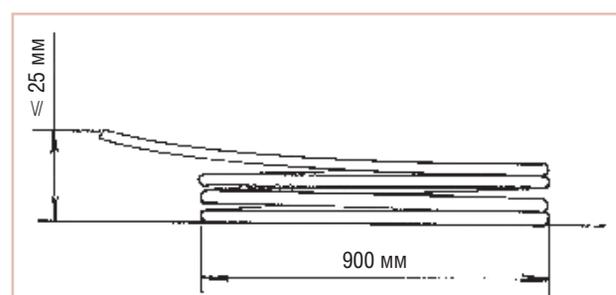


Рис. 4. Положение витков проволоки на горизонтальной плоскости после снятия с катушки или каркаса

Определение массовой доли следов технологической смазки на поверхности сварочной проволоки. Массу следов технологической смазки на поверхности проволоки определяют весовым методом.

Необходимая для исследования аппаратура — это вытяжной шкаф любой конструкции, лабораторные (аналитические) весы ВЛА-20 второго класса с точностью измерения 10^{-6} г или другие, обеспечивающие ту же точность взвешивания. Используют такие реактивы, как диэтиловый эфир по временной фармакопейной статье 42-301-74 или этиловый технический эфир (ГОСТ 6265-74), бензол (ГОСТ 5955-75), толуол (ГОСТ 9572-77), ксилол (ГОСТ 9410-71).

От каждого отобранного для контроля мотка (катушки, каркаса) проволоки отделяют конец длиной 3–4 м, затем отбирают не менее трех образцов для определения параллельных определений.

Масса образцов проволоки в зависимости от диаметра

Диаметр проволоки	Масса образца, г, не менее
0,8	20
1,0	30
1,2	40
1,4	50
1,6	60
2,0	70

Отобранные образцы в зависимости от диаметра проволоки сворачивают в мотки или разделяют на отрезки с соблюдением условий, предотвращающих снятие имеющихся следов смазки. При этом диаметр мотка и длина отрезков проволоки должны обеспечивать их размещение на чашке весов.

Испытания следует проводить в непромокаемых перчатках. Подготовленные образцы проволоки взвешивают с погрешностью 10^{-6} г. Затем образцы помещают в вытяжной шкаф и очищают от смазки, протирая тампонами, смоченными в диэтиловом или этиловом эфире. Чистоту поверхности проволоки определяют по отсутствию следов загрязнения на белой ткани при трехкратном увеличении. Массу следов технологической смазки определяют по разности масс образца при первом и втором взвешиваниях.

Массовую долю следов смазки ($M_{см}$) на поверхности проволоки,%, определяют по формуле:

$$\Psi_n = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100\%$$

где P_1 — масса образца до снятия следов смазки, г; P_2 — масса образца после снятия следов смазки, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение трех параллельных определений.

Определение фактической толщины медного покрытия аналитическим методом. Отрезок проволоки длиной 200 мм взвешивается на аналитических весах типа ВЛА-20 2-го класса с точностью измерения 10^{-6} г.

После этого проволока подвергается травлению в растворе следующего состава: хромовый анги-

дрид (CrO_3) — 500 г/л; серная кислота (H_2SO_4) — 50 г/л.

Проволоку периодически вынимают из раствора, промывают в проточной воде и осматривают. После исчезновения следов медного покрытия проволоку промывают, сушат в струе теплого воздуха и снова взвешивают. Каждое определение дублируют три-пять раз.

Среднюю толщину покрытия h_{cp} определяют по формуле:

$$h_{cp} = \frac{(g_1 - g_2) \cdot 1000}{S \cdot \gamma}$$

где h_{cp} — толщина покрытия, мкм; g_1 и g_2 — масса проволоки до снятия и после снятия покрытия, г; S — поверхность проволоки, mm^2 ($S = \pi d l$); l — длина отрезка проволоки, мм; γ — удельный вес меди, равный $8,95 \text{ г/см}^3$.

Для механизированных способов сварки широко применяют проволоку с омедненной поверхностью при толщине слоя меди 0,15–0,25 мкм. Однако для такой проволоки можно использовать только сталь с низким содержанием меди (не более 0,10–0,15%), кроме того, омеднение проволоки не защищает ее от коррозии при хранении на открытом воздухе.

Определение прочности сцепления медного покрытия. Одним из необходимых требований, предъявляемых к качеству сварочной проволоки, является прочное сцепление медного покрытия. В настоящее время прочность сцепления медного покрытия на многих метизных заводах определяют по устаревшей отраслевой нормали НО-4635/25-63 при спиральной навивке испытуемой проволоки на цилиндр диаметром, равным шестикратному диаметру проволоки. Наличие разрушения медного покрытия определяют визуально при двенадцатикратном увеличении. При таком облегченном испытании трудно судить о степени отслаивания и растрескивания медного покрытия на проволоке.

Учитывая возросшие требования, предъявляемые потребителями к качеству медного покрытия, необходимы более жесткие испытания проволоки. Поэтому прочность сцепления медного покрытия нужно определять спиральной навивкой проволоки на конический стержень с наибольшим диаметром 5,0 мм и наименьшим 2,0 мм. Проволоку навивают на станке плотными рядами. Критерием оценки качества медного покрытия служит наименьший диаметр спирали, при котором произошло разрушение покрытия, наблюдаемое при 20–30-кратном увеличении.

Определение механических свойств наплавленного металла. Для определения механических свойств наплавленного металла используют низкоуглеродистые и низколегированные стали общего назначения (ВСт 3сп, 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД и др.). Сварные соединения выполняют в чистом углекислом газе или в смеси газов $Ag + 18...20\% CO_2$ с использованием проволоки марок Св-08Г2С и Св-08ГС по ГОСТ 2246-70.

Подготовка соединения, подлежащего дуговой сварке в защитных газах, состоит из заготовительных операций (очистка металла от окалины, ржавчины, вырезки, подготовки кромок) и сборки.

Вероятность возникновения различных дефектов в сварном соединении во многом зависит от того, насколько тщательно выполнены заготовительные и сборочные операции. Весьма важно при сборке обеспечить постоянство зазора по всей длине свариваемого стыка. Такое постоянство позволяет получить равномерное проплавление по всей длине шва и отсутствие в нем дефектов в виде непроваров или прожогов.

Разделку (скос) свариваемых кромок осуществляют механической обработкой (строжка или фрезерование). Не допускается разделка кромок плазменной резкой в связи с насыщением поверхности кромок азотом. Если разделка была осуществлена плазменной резкой, то в этом случае требуется механическая обработка кромок на глубину 1,0–2,0 мм строжкой или фрезерованием с целью удаления слоя металла, насыщенного азотом, а также подвергнутого закалке при резке.

Согласно рекомендациям Института электросварки им. Е. О. Патона и Международного института сварки, определение механических свойств наплавленного металла, характеризующих качество сварочной проволоки, необходимо выполнять при многослойной сварке стыкового соединения, собранного из пластин размером: длина 350 мм, ширина 120–150 мм, толщина 16–20 мм. Геометрические размеры стыкового соединения и форма разделки кромок показана на рис. 5.

Многослойную сварку стыкового соединения выполняют без коротких замыканий дугового промежутка на режимах: № 10, 11, 15, 18, 22, соответственно для каждого диаметра проволоки, указанных в табл. 1. Это требование вызвано тем, что при сварке в окислительных защитных газах (CO_2 , $\text{Ar} + \text{CO}_2$), особенно в CO_2 , с короткими замыканиями дугового промежутка, происходят многочисленные макроскопические несплавления по кромкам соединения и между валиками многослойно-

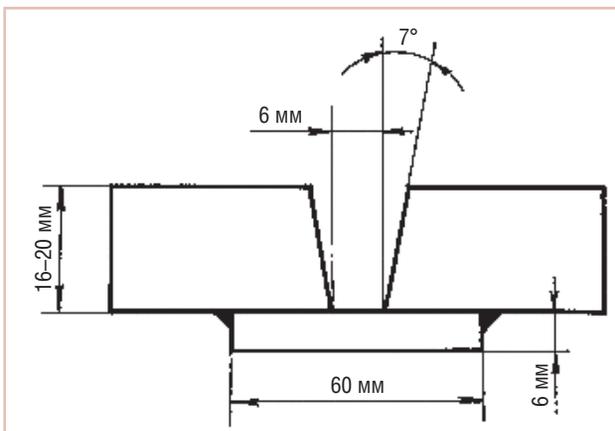


Рис. 5. Форма и геометрические размеры стыкового соединения

го шва, обусловленные окислением металла и недостаточным тепловложением. Такие дефекты не зависят от квалификации сварщика и не обнаруживаются неразрушающими методами контроля. Поэтому сварку многослойных швов следует выполнять на режимах, обеспечивающих капельный или мелкокапельный (струйный) перенос электродного металла (см. рис. 3, а, б).

Известно, что термический цикл сварки в значительной степени влияет на механические свойства металла шва и зависит от погонной энергии $g/V_{\text{св}}$. Например, погонную энергию сварки для режима № 18, табл. 1 ($I_{\text{св}} = 350 \text{ А}$, $U_{\text{д}} = 30 \text{ В}$, $V_{\text{св}} = 35 \text{ см/мин}$) определяют по формуле:

$$g/V_{\text{св}} = \frac{30 \text{ В} \cdot 0,35 \text{ кА} \cdot 60 \text{ мин}}{35 \text{ см/мин}} = 18, \text{ кДж/см.}$$

Кроме погонной энергии сварки, на термический цикл сварки многослойного шва влияет также так называемая межваликовая температура. Поэтому каждый последующий слой наплавленного металла необходимо выполнять после охлаждения зоны термического влияния и шва до температуры 120–150 °С. Удобно и оперативно можно определять температуру различных участков сварного соединения при использовании цифрового пирометра (инфракрасного термометра), например, марки DT-8865, позволяющего измерять температуру в диапазоне от минус 50 до плюс 1000 °С с точностью 0,1 °С.

В зависимости от величины погонной энергии сварки формируется та или иная морфология микроструктуры металла шва. При погонной энергии $g/V_{\text{св}}$ в пределах 10,0–25,0 кДж/см в структуре металла шва преимущественно формируется до 75–80% мелкодисперсного игольчатого феррита, обеспечивающего высокий уровень механических свойств наплавленного металла, в особенности ударной вязкости при отрицательных температурах.

Выполнение указанных выше условий сварки дает возможность более уверенно прогнозировать механические свойства металла шва.

При сварке низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей в CO_2 и смеси газов $\text{Ar} + 20\% \text{ CO}_2$ проволокой Св-08Г2С и Св-08ГС (ГОСТ 2246-70) обеспечиваются следующие предельные значения механических свойств наплавленного металла:

Предел прочности, МПа.....	550–650
Предел текучести, МПа.....	400–450
Относительное удлинение, %.....	30–40
Ударная вязкость (образцы с острым надрезом), кДж/см ² :	
при плюс 20 °С.....	120–180;
при минус 40 °С.....	60–95;
угол загиба, град.....	160–180

На всех этапах процесса изготовления сварных конструкций и определения качества сварочной проволоки осуществляется контроль указанных параметров в присутствии ответственных работников службы технического контроля (ОТК).

● #826



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) № 4–2014

A. Kiszka, T. Pfeifer. Применение препаратов по предотвращению прилипания брызг при сварке

J. Czuchryj, P. Irek. Оценка величины пор в сварных соединениях алюминия и его сплавов на основе цветового капиллярного контроля

M. St. Wenglowski, J. Dworak, S. Blaha. Электронно-лучевая сварка — оборудование и оснастка

R. Kaczmarek, R. Krawczyk. Анализ размеров контрольных соединений при аттестации технологии сварки по PN-EN ISO 15614-1 с точки зрения ультразвукового контроля по PN-EN ISO 17640

R. Krawczyk. Пределы параметров сварки в зависимости от способа переноса металла в сварочной дуге

W. Zeman, M. Rostecka. Сварочное производство: роль отрасли в период колебаний конъюнктуры в 2006–2012 гг.



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) № 3–2014

I. Hrivnak. Водород в металлах и сплавах

J. Ertel, J. Barta, M. Maronek. Анализ недостатков лицевой стороны шва, выполненного промышленным роботом

Международная конференция IIW в Южной Корее

ТН6D — глаза робота. Системные компоненты сварочного процесса

Эффективная точечная сварка с использованием робота АВВ

Инновативное развитие контактной точечной сварки

Краткий англо-словацкий терминологический словарь



Содержание журнала «Sudura» (Румыния) № 3–2014

Radu Bancila, Dorel Boldus, Anamaria Feier, Silvia Hernea, Mihaela Malita. Деформация и прогиб сварных стальных балок

Radu Cojocaru, Lia Botila, Cristian Ciuca, Victor Verbitchi, Aurel Perianu, Horia Dascau. Новые подходы в области сварки трением с перемешиванием (FSW). Новые технологии нанесения покрытий и пайки на основе FSW принципа

Cristian Petrianu, Marius Bibu, Cristian Deac, Valentin Petrescu. Экспериментальные исследования по качественной оптимизации процесса лазерной резки листов стали S355JR

Maria Miclau, Mihail Mangra, Danut Savu. Cu-Cr и Cu-Cr-W соединения, предназначенные для изготовления сварочных электродов.

Petru Tenchea. Cu-Cr и Cu-Cr-W соединения, предназначенные для изготовления сварочных электродов.



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.

Посоветуйте, пожалуйста, как решить задачу формирования шва обратной стороны при односторонней сварке стыковых соединений

В.Д. Остапчук (Киев)

Сварка на флюсомедной подкладке. Односторонняя сварка на флюсомедной подкладке, по сути, является комбинацией сварки на медной подкладке и на флюсовой подушке. Наибольшее распространение получила односторонняя сварка стыковых соединений на плоской флюсомедной подкладке (без продольной формирующей канавки).

К достоинствам сварки на флюсомедной подкладке относят:

- меньшую чувствительность к зазорам в стыках свариваемых листов по сравнению с чувствительностью при сварке на флюсовой подушке и медной подкладке;
- более широкие возможности регулирования высоты обратного валика шва за счет слоя флюса на подкладке и зазора между листами и подкладкой;
- несколько больший теплоотвод, чем при сварке на флюсовой подушке, и меньшие деформации;
- защиту от оплавления медной подкладки тонким слоем флюса, что практически исключает попадание меди в шов и уменьшает износ самой подкладки.

Сварка на скользящем медном ползуне. Существует три варианта односторонней сварки на скользящем медном ползуне:

- ползун жестко связан со сварочным автоматом;
- ползун перемещается автономно, синхронно со сварочным автоматом;
- ползун и сварочный автомат закреплены стационарно, а стыкуемые листы перемещают со сварочной скоростью.

В первом варианте (рис. 5) листы стыкуют в полотнища с обязательным зазором на скобах, фиксирующих зазор шириной до 8 мм. Такая ширина зазора позволяет флюсу просыпаться на медный ползун, и так же, как на флюсомедной подкладке, он играет роль тонкой флюсовой подушки. К преимуществам сварки на скользящем медном ползуне, жестко связанном со сварочным автоматом, относят:

- отсутствие необходимости в дорогостоящих средствах механизации в виде специальных стенов и другого оборудования;
- можно применять как в механизированных поточных линиях, так и на отдельных рабочих местах;
- процессы сборки и сварки относительно просты;
- подвижный ползун обеспечивает совмещение свариваемых кромок стали толщиной до 8–10 мм в одной плоскости;

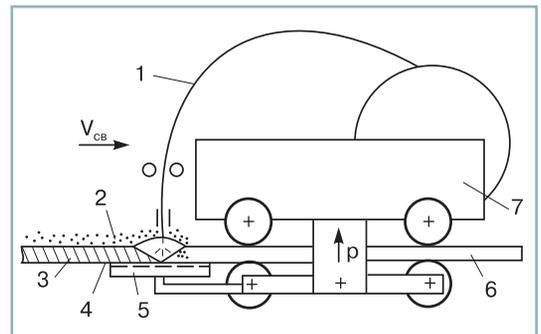


Рис. 5. Схема односторонней автоматической сварки с ползуном, жестко связанным с автоматом: 1 — сварочная проволока; 2 — флюс; 3 — шов; 4 — шлак; 5 — медный ползун; 6 — основной металл; 7 — сварочный автомат

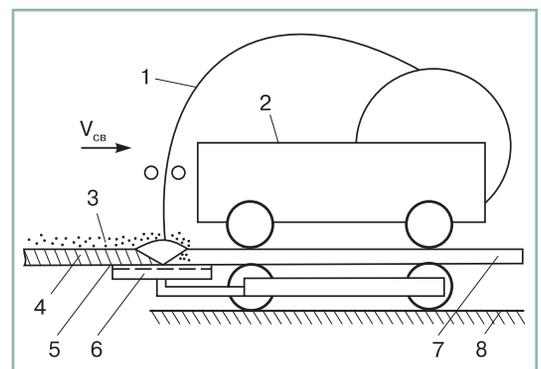


Рис. 6. Схема односторонней автоматической сварки с автономным перемещением ползуна: 1 — сварочная проволока; 2 — сварочный автомат; 3 — флюс; 4 — шов; 5 — шлак; 6 — медный ползун; 7 — свариваемый металл; 8 — направляющая

Окончание. Начало в № 4–2014.

- подвижный ползун обеспечивает хорошее формирование усиления обратной стороны шва.

При односторонней сварке с автономным перемещением ползуна (рис. 6) отпадает необходимость в изготовлении и установке сборочных гребенок при предваритель-

Таблица 2. Режимы односторонней сварки на скользящем медном ползуне стыковых соединений автоматами ТС-32, ТС-44 и ДТС-45

Толщина металла, мм	Род тока, полярность	Диаметр электрода, мм	Величина зазора, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
5 + 5	Постоянный, прямая полярность	3	3-4	500-550	34-36	28
6 + 6		3	3-4	550-600	34-36	24
7 + 7		3	3-6	600-650	34-36	24
5 + 7		3	3-4	550-600	34-36	24
6 + 8		3	3-4	600-650	34-36	24
8 + 8		3	3-6	600-650	34-36	24
9 + 9		3	3-6	650-700	36-38	24
10 + 10		3	3-6	700-750	36-38	20
8 + 10		3	3-6	700-750	36-38	20
11 + 11		3-4	3-6	750-800	36-38	20
12 + 12		3-4	3-6	800-850	38-40	20
10 + 12		3-4	3-6	800-850	38-40	20
14 + 14	Обратная полярность	4	3-6	900-950	40-42	16,5
16 + 16		4	3-6	950-1000	40-42	16,5
14 + 16		4	3-6	950-1000	40-42	16,5
18 + 18		4	3-7	1000-1050	41-43	16,5
20 + 20		4	4-8	1050-1100	42-44	16,5
18 + 20		4	4-8	1050-1100	42-44	16,5

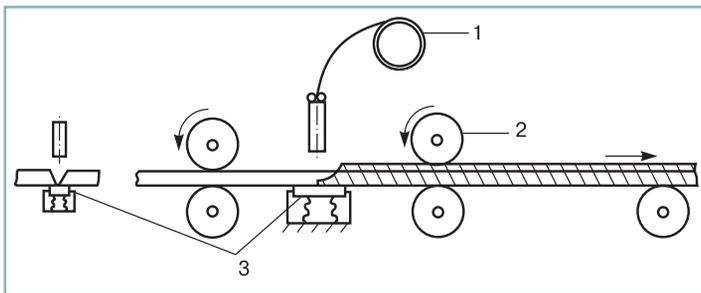


Рис. 7. Схема односторонней автоматической сварки со стационарно закрепленным ползунком: 1 — сварочная проволока; 2 — ролики перемещения стыкуемых швов; 3 — неподвижная формирующая подкладка

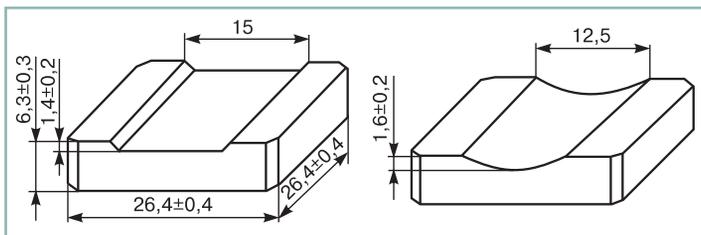


Рис. 8. Керамические подкладки: а — КП-АН-061 (для ручной дуговой сварки); б — КП-АН-062 (для механизированной сварки в защитных газах)

ной сборке полотнищ, а также в приварке и зачистке мест приварки гребенок после их удаления. Существует возможность сварки стыков с переменным зазором, что позволяет сократить трудоемкость подготовочных работ при сборке полотнищ примерно на 10%.

Одностороннюю сварку на скользящем медном ползуне выполняют с пемзовидными флюсами АН-8, АН-37П, АН-348АМ, ОСЦ-45 с применением сварочных автоматов ТС-32, ТС-44 и ДТС-45 (табл. 2).

Сварка на стационарном ползуне (рис. 7) отличается компактным формирующим устройством, но требует мощного и громоздкого оборудования для перемещения стыкуемых листов. При этом в процессе сварки по этой схеме трудно обеспечить совмещение и удержание на одной линии электрической дуги, стыка и оси формирующей канавки.

Размеры ползуна выбирают таким образом, чтобы он плотно прилегал к свариваемым кромкам стыка и обеспечивал кристаллизацию шва на своей поверхности.

Сварку полотнищ толщиной 6–8 мм осуществляют при ширине формирующей канавки медного ползуна 25–27 мм, глубине 2,5–3,5 мм и расстоянии дуги от края ползуна 85 мм, при расходе охлаждающей воды 0,2 л/с. Срок службы ползуна 15–20 смен, что позволяет сварить около 2100 м одностороннего шва.

Сварка на переносных керамических и гибких флюсовых подкладках. Для односторонней сварки в монтажных условиях и при единичном характере производства сварных конструкций используют переносные керамические и гибкие флюсовые подкладки различной конструкции.

Переносные керамические подкладки КП-АН-061 и КП-АН-062 изготавливают из огнеупорной керамической плитки, которая в зависимости от назначения имеет различный профиль (рис. 8). Крепление керамических подкладок осуществляют различными способами (магнитными прижимами, скобами и др.). Подкладки необходимо стыковать одну с другой и прижимать к поверхности листов. Допуск на плотность прилегания подкладок не должен превышать 1 мм.

Приклеивающиеся керамические подкладки (рис. 9) изготавливают из керами-

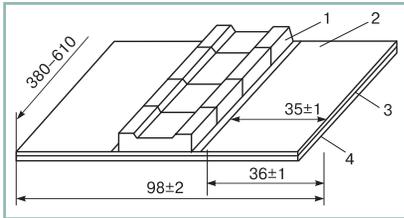


Рис. 9. Приклеиваемая керамическая подкладка ПКП-АН-061: 1 — керамическая плитка; 2 — антиадгезионная бумага; 3 — клей; 4 — алюминиевая фольга

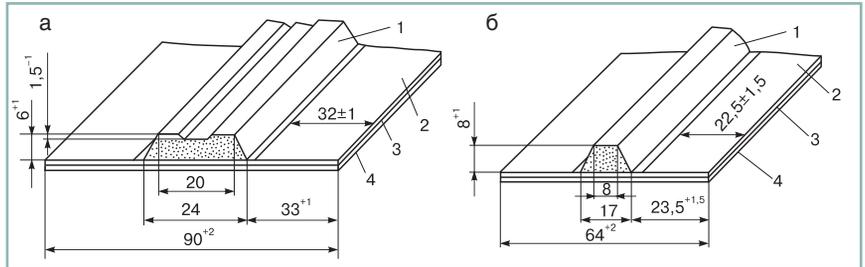


Рис. 10. Приклеиваемые гибкие флюсовые подкладки ПГП-АН-06-С100, ПГП-АН-06-С40К60 (а) и ПГП-АН-14-С40К60 (б): 1 — флюсовая огнеупорная масса; 2 — антиадгезионная бумага; 3 — клей; 4 — алюминиевая фольга

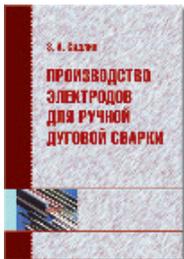
ческой плитки, наклеивая ее на ленту из алюминиевой фольги толщиной 0,15 мм и длиной около 400 мм, покрытой клеем постоянной липкости. Керамические подкладки можно использовать для сварки в различных пространственных положениях.

Приклеиваемые гибкие флюсовые подкладки (рис. 10) состоят из зернистого формирующего материала, смешанного с эластичной связкой и наклеенного на несущую основу из алюминиевой фольги. Подкладки ПГП-АН-06-С100

и ПГП-АН-06-С40К60 используют для ручной и механизированной сварки, а ПГП-АН-08-С100, ПГП-АН-08-С4060К и ПГП-АН-14-С40К60 — для сварки под флюсом.

В качестве переносных формирующих подкладок используют стекловолокно, медные подкладки с эластичным формирующим слоем, брикеты из твердых флюсов и круглые стальные стержни, покрытые слоем тугоплавкого флюса. Все описанные выше типы подкладок предназначены для различного использования. ● #827

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



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.



Г. И. Лашенко. 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.

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



Международный конкурс сварщиков «2014 Beijing “ARC Cup” International Welding Competition»

В Пекине 4–8 июня 2014 г. состоялся Международный конкурс сварщиков «2014 Beijing “ARC Cup” International Welding Competition». Организатор конкурса: компания Beijing ARC Xinxing Science & Technology Co., Ltd при поддержке государственной комиссии КНР State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council (SASAC).

Номинации конкурса:

- роботизированная сварка;
- ручная дуговая сварка покрытым электродом (111);
- дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135);
- дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141);
- газовая сварка (311);
- сварка конструкции;
- творческий конкурс.

В конкурсе приняли участие 296 сварщиков из 13 стран – Китай (30 корпораций), Германия, Украина, Великобритания, Болгария, Беларусь, Чехия, Румыния, Южная Корея, Монголия, Индонезия, Австрия, Сингапур.

К конкурсу допускались сварщики не старше 35 лет, победившие или ставшие призерами национальных конкурсов за последние два года. Делегации формировались национальными сварочными обществами. Общество сварщиков Украины рекомендовало в состав делегации лучших сварщиков Украины за 2012–2013 гг.

Состав делегации сварщиков Украины:

Сергей Тихонов (Одесский припортовый завод, Южный) – номинация 111;

Алексей Волочай (Крюковский вагоностроительный завод, Кременчуг) – номинация 135;

Максим Мина (Кременчугский завод дорожных машин, Кременчуг) – номинация 135;

Олег Лущик (Одесский припортовый завод, Южный) – номинация 141;

Максим Янушевич (Одесский припортовый завод, Южный) – номинация 311.

В номинации «Сварка конструкции» участвовали в паре Олег Лущик и Алексей Волочай. В творческом конкурсе участвовали Олег Лущик и Максим Янушевич.

Сопровождающие лица:

А. Н. Воробьев (Одесское областное ОСУ, Одесса) – руководитель делегации,

Е. И. Возьянов (Азовсталь, Мариуполь) – технический руководитель.

Конкурс проводился на фабрике сварки компании Beijing ARC Xinxing Science & Technology Co., Ltd, где были созданы все условия для безупречной работы конкурсантов и судей.



Номера участников определяли жеребьевкой. Конкурс проводился только по практическим навыкам. Во всех номинациях ручных способов сварки условиями конкурса были определены три задания, соответствующие трем типам сварных соединения: стыковое соединение пластин (№ 1), угловое соединение пластин (№ 2) и стыковое соединение катушек труб (№ 3). Жеребьевкой были определены положения сварного шва в пространстве.

Номинация «Роботизированная сварка» состояла из двух заданий, и необходимо было запрограммировать робот на сварку конкретных изделий.

Идею проведения творческого конкурса организаторы переняли у нас на международном конкурсе в городе Одесса, проходившем в прошлом году, и предложили конкурсантам изготовить сварной логотип конкурса «ARC Cup 2014».

Итоги конкурса подводило жюри по результатам контроля VT и RT каждого сварного образца. Были подведены итоги по номинациям в общем личном зачете, международном зачете и командный результат.

В номинации «Роботизированная сварка» участвовали только представители Китая.

Командные итоги:

1-е место — Китай, Германия

2-е место — Китай, Монголия, Индонезия

3-е место — Китай, Беларусь, Австрия, Украина, Сингапур.

Остальным командам место не присуждалось, и они были награждены утешительным кубком.

В номинации «Творческий конкурс» дипломами и медалями конкурса были отмечены только украинские участники: Олег Луцкич (1) и Максим Янушевич (2 и 3).



Во время проведения конкурса делегации проводили технические совещания и переговоры, было подписано соглашение о создании Устава международных конкурсов.

Следующий Международный конкурс сварщиков предложено провести в 2015 г. в Украине.

Финансировали поездку ООСУ, «Бинцель Украина», (Киев), «Интерхим БТВ», (Киев), «САММИТ», (Днепропетровск), а также сопровождающие лица.

● #828

А. Н. Воробьев,

председатель Одесского областного Общества сварщиков Украины



СВАРКА и РЕЗКА

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

7-10.04.2015









ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ
15-я международная специализированная выставка

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



ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ. ПОКРЫТИЯ
Международная специализированная выставка



МЕТАЛЛООБРАБОТКА
12-я международная специализированная выставка

Организатор:



МИНСКЭКСПО

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

Генеральный
информационный
партнер:



Полные выставки:





ЛЕАСВАМО
ЭКСПЕРТЫ В СВАРКЕ

Weldex/Россварка 2014. Новинки сварочного оборудования и материалов ведущих производителей



В Москве, в КВЦ «Сокольники» 7–10 октября 2014 г. состоялась 14-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex/Россварка (www.weldex.ru). Организатором этого мероприятия выступила Группа компаний ITE (www.ite-expro.ru), лидер рынка выставочных услуг в России. Выставка прошла при поддержке Российского научно-технического сварочного общества (РНТСО) и Московского Межотраслевого Альянса Главных сварщиков (ММАГС).

В церемонии открытия выставки приняли участие депутат Государственной Думы Российской Федерации, член Комитета по промышленности, председатель Экспертного Совета по развитию технологической базы российского машиностроения и станкостроения Комитета Государственной Думы Российской Федерации по промышленности Валерий Омельченко, президент Российского научно-технического сварочного общества, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, профессор Олег Стеклов, президент Московского межотраслевого альянса главных сварщиков, генеральный директор компании «ЭЛСВАР» Юрий Подкопаев и другие официальные лица.

В своем приветственном слове к гостям и участникам выставки депутат Государственной Думы РФ, член Комитета по промышленности Валерий Омельченко отметил, что «без качественного сварочного оборудования и применения современных технологий сегодня невозможны процессы комплексной модернизации промышленности». По его словам, программа международной выставки сварочных материалов, оборудования и технологий насыщена событиями и позволит осветить все вопросы, стоящие на повестке дня, а также продемонстрировать лучшие решения и направления отрасли.

В рамках Weldex/Россварка 2014, крупнейшей выставки в области сварочных материалов, оборудования и технологий в России, специалисты имели возможность ознакомиться с современными технологическими решениями и новинками в области сварки и родственных процессов, в том числе новейшими сварочными аппаратами, робототехникой, средствами индивидуальной защиты, вентиляционным и фильтровентиляционным оборудованием, системами контроля качества сварных соединений и многим другим.

Участниками выставки стали 232 компании из 18 стран мира, среди них ведущие компании отрасли: Lincoln Electric, «Вебер Комеханикс», Kemppi, KUKA Robotics, НТО ИРЭ-Полус, FANUC Robotics, «Евролюкс». Впервые на выставке свою продукцию продемонстрировали более 40 компаний, включая DWT International AG, IGM Robotersysteme, Schlatter Industries AG, «БЧС Групп.Ру», «ПТК», «Лига Сварки», «Новооскольский электродный завод», Промышленная группа Stäubli, ЭПФ «Судотехнология».

На стенде компании «ЭСАБ» специалисты могли ознакомиться с инновационным сварочным источником Aristo®Mig 4004 Pulse, автоматическим и роботизированным оборудованием для сварки A2 Multitrac, Railtrac 1000, Miggytrac 1001, а также с новым ассортиментом средств индивидуальной защиты сварщика и окружающей среды.

Новую серию промышленных сварочных аппаратов FastMig M для производства металлоконструкций продемонстрировала компания Kemppi.

На стенде компании «ЕВРОЛЮКС» вниманию посетителей была представлена приточно-вытяжная фильтровальная система радиального типа Clean Air Tower.

Компания-разработчик «МАГНИТ» презентовала на выставке новую модификацию



установки для низкочастотной виброобработки металлоконструкций ВТУ01МП.02.

Впервые в рамках Weldex/Россварка состоялись мастер-классы участников выставки по различным видам сварочных работ. Посетители имели возможность освоить программу сварки на пульте управления роботом, выполнить сварку детали по заданной программе, протестировать различное сварочное оборудование и получить консультации специалистов.

С каждым годом выставка демонстрирует позитивную динамику развития — в этом году площадь экспозиции превысила рекордную отметку в 10 000 м². Высокая отраслевая значимость выставки подтверждается ежегодным приростом числа посетителей — с экспозицией Weldex/Россварка 2014 ознакомились 6 005 специалистов отрасли из 68 регионов России и 29 зарубежных стран, что превышает прошлогодние показатели на 5%.

Обширную экспозицию выставки Weldex/Россварка 2014 сопровождала насыщенная деловая программа, которая включала конференции, круглые столы и семинары. Ведущие эксперты отрасли обсудили новинки в области сварки и родственных процессов, вопросы автоматизации и роботизации сварки, факторы качества современного производства сварочных материалов, большое внимание было также

уделено охране труда и защите окружающей среды.

В рамках выставки прошло множество презентаций новейшей продукции и технологий ведущих производителей сварочного оборудования и материалов.

Традиционно большое внимание посетителей выставки привлекли ежегодные конкурсы «Лучший сварщик», «Лучший инженер (ученый) в области сварки» и «Мисс сварка мира», призванные повысить престиж профессии сварщика и привлечь молодых специалистов в отрасль. В конкурсах принимали участие как профессиональные сварщики, так и студенты учебных заведений из различных регионов России.

Украшением выставки стали экспозиции декоративно-художественных работ, выполненных из металла и использованиемковки и сварки. Представленные работы художников-сварщиков являлись победителями многих фестивалей и творческих выставок.

Платиновый спонсор выставки: voestalpine Böhler Welding.

Спонсор выставки: ООО «ЭСАБ».

15-я Международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий Weldex/Россварка состоится 6–9 октября 2015 г. в Москве, в павильонах 3, 4, 4.1 КВЦ «Сокольники».

● #829



международная специализированная выставка **СТАНКОСТРОЕНИЕ**

С 14 по 17 октября 2014 года в МВЦ «Крокус Экспо» состоялась Международная специализированная выставка «Станкостроение-2014»

Выставка прошла при поддержке: Министерства Промышленности и Торговли Российской Федерации; Союза Машиностроителей России; Торгово-промышленной палаты Российской Федерации; Московской Торгово-промышленной палаты; Союза машиностроительных предприятий Свердловской области; Союза предприятия оборонных отраслей промышленности Свердловской области.

Организатор проекта: ООО «Райт Солюшн».

На церемонии открытия выступили: Депутат Государственной Думы РФ В.В. Омельченко; Первый заместитель руководителя аппарата ООО «Союз машиностроителей России» С.В. Иванов; Вице-президент Московской торгово-промышленной палаты С.О. Варданян; Проректор по развитию, Директор ФБГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН» А.Г. Андреев.

В адрес участников выставки направлены приветствия: Вице-президент Торгово-

промышленной палаты Российской Федерации Д.Н. Курочкин, Вице-президент Московской Торгово-промышленной палаты С.Г. Шамаков, Исполнительный директор Союза оборонных отраслей промышленности Свердловской области В.А. Кукарских.

Общая площадь экспозиции «Станкостроение-2014» составляла 10000 кв. м. На выставке были представлены ведущие компании-производители и дилеры оборудования из России, Германии, Италии, США, Турции, Тайваня, Китая, Польши, Израиля.

В выставке «Станкостроение-2014» приняли участие лидеры отрасли: ГИЦ МГТУ «СТАНКИН», «Ковровский электромеханический завод», «Станкозавод ТБС», ИТЦ «Технополис», «ВИ-МЕНС Современные технологии», Липецкий Станкозавод «Возрождение», «Накал-Промышленные печи», «Ивановский завод тяжелого станкостроения», «Ульяновский завод тяжелых и уникальных станков», «Ишимбайский станкоремонтный завод», «ИТА-СПб», «Вел-





кран», «Кранимпорт», «Симкран», «Солтек», «Липецкое станкостроительное предприятие», «Зетек», «Альфамаш», «Лапик», СК «Роутер», «ПРОМ-ОЙЛ», «СТ Kesme», «Spinner», «Искар», «СТК Групп», «Walger-Group», «Гиден Электроникс», «Ай Машин Технолоджи», «Компания Штрай», «Альга», «Солдрим-Спб» и другие — всего 180 участников.

Тематический рубрикатор выставки: Металлообрабатывающее оборудование, инструмент, комплектующие изделия, сварочное оборудование, обработка листового металла, робототехника, лазерное оборудование, измерительные приборы, программное обеспечение.

Цель выставки «Станкостроение: содействие модернизации российской промышленности, продвижение продукции компаний-экспонентов на российском рынке, презентация инновационных разработок и оборудования для предприятий общего машиностроения и сопутствующих отраслей.

В рамках деловой программы выставки обсуждались перспективы и основные тенденции развития отрасли, состоялись конференции: «Новые технологии для российского машиностроения» (ГИЦ МГТУ «СТАНКИН»), «Управление жизненным циклом производственных систем: экономичность, производительность, эффективность» (ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», АКТ «ФИНЭКСПЕРТИЗА», ГК ГЕТНЕТ), «Обзор Федерального закона о Конфрактной системе в сфере госзакупок» (ООО «ИА «ViCo»), «Инновации в инженерии поверхностей» (ЦНИИТМАШ), «Системы оперативного управления производственными процессами» (ПК № 8 им. И. Ф. Павлова).

Выставку «Станкостроение-2014» и деловые мероприятия посетили делегации ведущих предприятий промышленного комплекса Российской Федерации.

Генеральный информационный спонсор выставки: журнал «Станочный Парк». Поддержку проекту оказали более семидесяти специализированных СМИ, среди которых такие известные издания, как «ИТО», «Ритм», «Металлообработка и Станкостроение», CAD/CAM/CAE Observer, «Тяжелое машиностроение», издательство «Машиностроение», «Оборудование от А до Я», «Рынок оборудования», «Вестник ВНИИМАШ», «Оборудование и инструмент для профессионалов», «ПромРынок», «Уральский рынок металлов», «Рынок металлопроката и металлообработки», «Склад&Техника», «Складской комплекс», «Новый Оборонный Заказ», «РЖД Партнер».

Ежегодное увеличение состава участников международного смотра «Станкостроение», насыщенная деловая программа, а также высокий интерес к экспозиции со стороны заказчиков промышленного оборудования обозначили дальнейшее развитие выставки.

Выставка «Станкостроение» — успешный проект, демонстрирующий инновационные достижения и современное оборудование в различных областях станкостроения, предлагающий передовые технологии для развития промышленности России.

Выставка «Станкостроение» еще раз подтвердила свою актуальность и статус главной промышленной выставки осени.

● #830

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».**

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
853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864
865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876
877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888
889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900
901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2015 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 2015 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

Заполняется печатными буквами



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

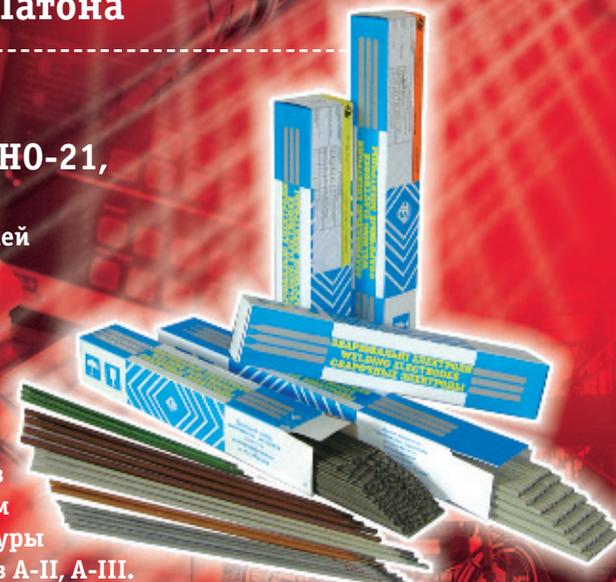


ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

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



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

www.vicshine-welding.com www.tdolga.ru

"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. Шаньдун, г. Циндао, р.Хуандао, ул. Цзинганшань 658, Цзыцзиньгуанчан, корпус 1, кв.2211
Тел.: +86-532-80981562 +86-532-80981563
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: 143700 МО г. Видное, Северная часть промзоны, Производственная база «Рутуш»
Тел / Факс.: +7(495) 911-67-90
E-mail:sales@al-pro.ru

Адрес: г. Уссурийск, Новоникольское шоссе, 9А.
Тел.: 8 (4234) 35-68-75 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



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

www.tjgoldenbridge.com



Тяньциньская 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 на заводе и в г.Хабаровске



- ▶ 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. Оружейная, 105
+7 (4012) 59 75 81

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



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