

«Сварка–2000» в Санкт–Петербурге

Ю. В. Демченко, В. Я. Кононенко, В. А. Никитенко, Б. В. Юрлов, кандидаты техн. наук, «Экотехнология»

Уже в течение 27 лет выставка «Сварка» в С.-Петербурге удерживает свои позиции не только как выставка Номер Один по данной тематике в России, СНГ и странах Балтии, но и уверенно набирает обороты, год от года становится все более авторитетной и актуальной. Конечно, для этого есть несколько объективных предпосылок.

Во–первых, С.–Петербург, который был основан триста лет назад как «окно в Европу», сегодня все больше ассоциируется с «воротами в Россию» — через С.–Петербург проходит треть всего экспорта, поступающего в Россию. В этом пятимиллионном городе со средоточены мощные предприятия и исследовательские центры судостроения, металлообрабатывающей промышленности, электроники, оптики, товаров народного потребления.

Во–вторых, на пороге третьего тысячелетия сварка — один из ведущих технологических процессов. До 2/3 мирового потребления стального проката идет на производство сварных конструкций. Сварке подвергаются практически любые металлы и неметаллы на земле, под водой и в космосе.

И, в–третьих, макро–, а последнее время и микрозэкономические условия заставляют двигаться вперед, тянуться к новому, передовому, перспективному.

Беседуя в последний день выставки со многими экспонентами о том, оправдала ли

«Сварка–2000» их ожидания, удалось выяснить одно — выставка была организована так, что успех или неуспех ее зависел в большой мере от самих экспонентов и степени их подготовки к этому мероприятию. Приятно, что подавляющее число участников считают, что они «выставились» успешно и очень успешно. И особенно приятно, что профессионализм организаторов выставки — Выставочного общества «Ленэкспо» и Института сварки России — оказался на высоте. Они в очередной раз умело воспользовались вышеперечисленными объективными предпосылками и просто сделали хорошо свое дело. Не зря «Сварка» удостоена Знака Союза выставок и ярмарок за большой вклад в экономику России и развитие международного научно–технического и делового сотрудничества.

Если говорят, что театр начинается с вешалки, то выставка «Сварка–2000» начиналась с рекламы. Интенсивная, запоминающаяся и привлекательная реклама в различных СМИ, включая коммерческие радиоканалы, а также яркая наружная реклама на улицах С.–Петербурга лишь заключительный аккорд в хорошо спланированной рекламной кампании по «раскрутке» выставки, которая началась задолго до самой выставки и сделала свое дело.

Участвовали в «Сварке–2000», которая проходила с 26 по 29 апреля 2000 г. в павильонах выставочного комплекса «Ленэкспо», около 200 фирм (в т. ч. зарубежно) из Австрии, Беларуси, Германии, Израиля, Латвии, Литвы, Российской Федерации, Украины, Финляндии, Швейцарии и Швеции, а посетили выставку около 11 тыс. человек.

Последняя цифра не вызывает сомнения. Организаторы выставки, прекрасно понимая, что коммерческий залог успеха выставки — ее посещаемость, и то, что некоторые выставочные комитеты иногда «округляют» число посетителей до желаемого результата, внедрили специальную электронную систему, которая исключает такие подтасовки.

Естественно, наиболее представительным был раздел России. Традиционно вторым — немецкий раздел. Немного не дотянули до немецких коллег украинские экспоненты, но лишь по числу представленных компаний; по

занимаемой площади немцы не уступили и это, конечно, в первую очередь благодаря таким уважаемым субъектам рынка, как ОАО «Фирма СЭЛМА», КЗЭСО, Институт электросварки им. Е. О. Патона и другим.

На форумах такого масштаба всегда в центре внимания ведущие научно–исследовательские организации, определяющие основные направления развития в области сварки и родственных технологий: Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Институт сварки России, Центральный научно–исследовательский институт конструкционных материалов.



Рис. 2. Стенд Института электросварки им. Е. О. Патона

Экспозиция ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины включала несколько разделов. Прежде всего — это широкий информационный и консультационный раздел, представляющий ряд разработок современных технологий и оборудования в области контактно–стыковой сварки, стыковой сварки магнитоуправляемой дугой, дуговой сварки с активированными флюсами, сварки тонкостенных стрингерных панелей, новых способов предотвращения и устранения сварочных деформаций, применения трансформируемых конструкций. На отдельных стендах были представлены высокоеффективные технологии нанесения защитных и упрочняющих покрытий, износостойкой наплавки, в том числе плазменно–порошковой с использованием сфероизированного реолита.

Основным направлением в деятельности Института сварки России является создание систем управления и оборудования для контактной точечной и шовной сварки жаропрочных сталей и легких сплавов. Организо-



Рис. 1. Пресс–конференция перед открытием выставки «Сварка–2000»: С. П. Алексеев — генеральный директор «Ленэкспо», С. Тасеева, д–р инж., Немецкое общество по сварке и родственным технологиям, Дюссельдорф (Германия), В. В. Смирнов, д–р техн. наук, профессор, генеральный директор Института сварки России

вано производство машин переменного тока, трехфазных машин постоянного тока с выпрямлением во вторичном контуре. Наряду с разработкой оборудования и технологий для традиционных способов дуговой и контактной сварки развиваются способы высокочастотной сварки наплавлением, диффузионной и электронно-лучевой. На выставке демонстрировалась новая разработка института — четырехпостовой сварочный выпрямитель, построенный на принципиально новой основе без применения балластных реостатов. Принцип построения выпрямителя полностью исключает взаимовлияние сварочных постов, снижает в два раза потребление электроэнергии, уменьшает массо-габаритные характеристики, что делает его незаменимым при сварке магистральных трубопроводов и в судостроении.

ЦНИИКМ «Прометей» — крупнейший исследовательский центр в области материаловедения — ведет активные работы по созданию и совершенствованию сварочных материалов, оборудования и технологий получения ответственных конструкций из высокопрочных, высоколегированных жаропрочных сталей и сплавов, титана и цветных металлов. Основные разработки института в области сварки: создание сварочных материалов для сварки атомных энергетических установок, высокопрочных сталей большой толщины; разработка технологий электрошлаковой сварки крупногабаритных винтов, сварки сталей неплавящимся электродом с подогретой присадочной проволокой, термоциклической обработки сварных соединений коррозионностойких сталей и др. На выставке демонстрировались разработки института последних лет, среди которых следует выделить сварочный полуавтомат «Микрон» для сварки погруженной и поверхностной дугами неплавящимся электродом в защитном газе без разделки кромок стыковых и тавровых соединений из титановых сплавов, флюс ОФ40 для сварки и наплавки конструкций из высоколегированных сталей, технологию сварки узлов теплообменной аппаратуры из титановых сплавов, включая соединения труб с трубными решетками, оборудование для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, стыковых, тавровых и угловых соединений из титана толщиной до 400 мм по щелевому зазору.

Оборудование и материалы для газопламенной обработки металлов. АО «МИДАСОТ» (Москва), крупнейший поставщик газосварочного оборудования в России, представил аппаратуру для ручных про-

цессов газовой резки, сварки, пайки, наплавки и нагрева металла. Аппаратура собрана по схеме инжекторного или внутрисоплового смешения рабочих газов. Потребителю предлагается новый комплект для кислородной резки сталей с применением жидкого горючего — бензина. В отличие от керосинорезов, испарение горючего в бензорезе осуществляется без применения дополнительного пламени, а время установления рабочего режима не превышает 4–6 с. Бензорез предназначен для резки стали толщиной до 350 мм.

ООО «Фирма Ро-Ар» (Москва) предлагает потребителю полный комплекс современного оборудования для газовой сварки и резки, газосварочные комплекты и посты, газовые баллоны различной емкости и назначения, баллонные вентили и редукторы для всех используемых в сварочных процессах газов.

Судоремонтный завод «Нерпа» (Снежногорск) с 1995 года освоил выпуск нового поколения резаков повышенной надежности типа «Норд» с внутрисопловым смешением газов. Конструкция резака разработана ОАО «ВНИИАВТОГЕНМАШ». Освоен выпуск сварочной горелки повышенной надежности «Норд», предназначенный для ручной сварки, пайки и нагрева черных и цветных металлов. В качестве горючего газа используют ацетилен, пропан–бутан или природный газ. Переход на другой газ осуществляется заменой инжектора, имеющегося в комплекте горелки. Налажено производство комплекта для бензино-кислородной резки «Норд». Новый бензорез характеризуется повышенной надежностью работы за счет образования горючей смеси в смесителе, расположенном в головке резака, а также качественным образованием оптимального состава горючей смеси в каналах «рубашки–испарителя» мундштука.

ОАО Завод «УРАЛТЕХГАЗ» (Екатеринбург) предлагает потребителю переносные посты для газовой сварки малой и средней мощности. Масса поста в зависимости от комплектации колеблется от 30 до 60 кг.

ЗАО Научно-производственная фирма «ДЖЕТ» (Ижевск), созданное в 1992 году, специализируется на конструкторской разработке и выпуске газосварочного оборудования. Освоен выпуск газокислородных горелок и резаков всех типов, баллонных газовых редукторов БКО-50, БПО-5, БАО-5, БВО-80, газобаллонных вентилей ВК-97, переносных постов газосварки.

Красноярским машиностроительным заводом наложен выпуск портативных ап-

паратов газовой сварки ПАГС-1А. Он укомплектован сверхлегкими баллонами для кислорода и ацетилена. Масса аппарата 16 кг. Аппарат разработан в ГП СИЦЭЛТ.

Завод автогенного оборудования «ДОНМЕТ» (Краматорск) является основным производителем газосварочного оборудования в Украине. Заводом освоен выпуск горелок для газовой сварки типа Г2, Г3, и ГЗУ, газовоздушных горелок типа ГВ, резаков типа Р1, Р2 и Р3 (толщина разрезаемой стали до 300 мм), керосинокислородных резаков типа РК, баллонных газовых редукторов БПО-5ДМ и БКО-50 ДМ. Горелки и резаки «ДОНМЕТа» отличаются пониженной металлоемкостью. При этом надежность их работы не снизилась. Цены представленного на выставке оборудования «ДОНМЕТА» ниже цен на аналогичное оборудование, выпускаемое в России.

ОАО «Зонт» (Одесса) специализируется на выпуске машин термической резки портального типа для фигурного раскроя листового металлопроката. Машины оснащены современной системой ЧПУ.

ЗАО «Лига» (С.-Петербург) предлагает потребителю аппарат для газовой сварки и резки. Газы (водород и кислород) образуются за счет электролиза дистиллированной воды. Температура рабочего пламени доходит до 2600 °С. Напряжение питающей сети 220 В. Отбираемая мощность в зависимости от модификации составляет от 1,8 до 4,2 кВт.

Сварочное оборудование. ОАО «Электромашиностроительный завод «Фирма СЭЛМА», один из крупнейших



Рис. 3. Пост газосварочный ПГС-5/10-003 производства ОАО «Завод Уралтехгаз»

«Сварка-2000» в Санкт-Петербурге

производителей сварочной техники, представил на выставке продукцию с высокими потребительскими свойствами как в отношении технических характеристик, так и дизайна, качества и надежности. Продукция фирмы сертифицирована Госстандартами Украины, России и Беларуси. Широкая сеть региональных представительств в России (НПФ ИТС), в Украине (ГВП «Экотехнология» и др.) позволяет сопровождать продукцию сервисным обслуживанием в период гарантийного срока, а также на весь период эксплуатации. Живой интерес посетителей вызвали новинки — трансформаторы ТДМ-250 и ТДМ-505 для MMA-AC, выпрямители ВД-306Д и ВД-506Д для MMA-DC и укомплектованные БУСП — для ТИГ-DC (за исключением сварки алюминия), выпрямитель ВДУ-1250 в комплекте с автоматом для сварки в среде защитного газа и под флюсом, полуавтоматы ПДГ-322 и ПДГ-421 для сварки сплошной проволокой, ПДГО-509С для сварки сплошной и порошковой проволокой, установки для аргонодуговой сварки УДГУ-351 и УДГУ-501 для ТИГ AC/DC.



Рис. 4. Главный инженер фирмы «СЭЛМА» Г. В. Павленко (слева) представляет новые разработки завода

АО «КЗЭСО» — признанный в Украине и странах СНГ лидер по разработке и изготовлению высокоеффективного электросварочного оборудования. На экспозиции завода, одной из наиболее насыщенных, удачно представлены характерные образцы той широкой номенклатуры профессионального оборудования, которое освоено и выпускается заводом на протяжении последних лет: трансформаторы и выпрямители для ручной и механизированной сварки; полуавтоматы и автоматы для дуговой сварки в среде защитных газов, под флюсом и порошковыми проволо-

ками; аппараты для ЭШС; машины для контактной шовной и стыковой сварки; трубо- и рельсосварочные комплексы и линии. Посетители проявляли особый интерес к действующим экспонатам, особенно к автомата А-1416 с электронной следящей системой, разработанной совместно с ИЭС им. Е. О. Патона.

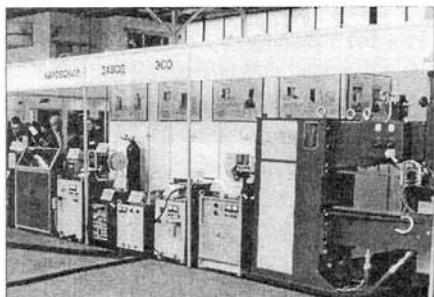


Рис. 5. Стенд Кауховского завода электросварочного оборудования

Многолетний опыт ПО «Коммунар» (Харьков) в разработке и изготовлении радиоэлектронных приборов и систем промышленного и специального назначения позволил освоить изготовление высокоеффективных сварочных источников ВДУЧ-16, ВДУЧ-315, ВДУЧ-160, ВДУЧ-350, ВДУЧ-200 на основе частотноуправляемых тиристорных инверторов. ВДУЧ-200 привлекателен тем, что отключает сварочный ток при случайном залипании электрода на время до 2 сек. Это предотвращает разогрев электрода и защищает источник, а при устранении короткого замыкания источник выходит на рабочий режим автоматически без задержки. Он может работать с различными типами полуавтоматов, например А-547, «Гранит 3-УЗ», «Тандем» и др.

Крупнейший производитель электросварочного оборудования в России ОАО «Завод Электрик» (С.-Петербург) представил на стенде модернизированное и новое оборудование для дуговой, контактной и плазменной сварки, наплавки, а также резки в судостроении, автомобилестроении, атомной энергетике и строительстве. Широкий спектр оборудования для профессионалов — это результат тесного сотрудничества завода со специалистами ведущих отраслевых институтов и потребителями. Выставочный стенд завода привлек внимание посетителей новинками — установкой для аргонодуговой сварки УДГУ-122, установкой для плазменной резки УПР-1210, машиной для рельефной сварки МР-4501, машиной для шовной сварки МШ-3210. Одна из последних и удачных разработок завода — компактные и

мобильные сварочные полуавтоматы ПДГ-165-1, ПДГ-2010 и ПДГ-2510. Полуавтоматы надежны в работе, просты в обслуживании, обеспечивают легкое зажигание дуги, которое достигается в ПДГ-165-1 и ПДГ-2010 путем регулирования начальной скорости подачи проволоки, а в ПДГ-2510 — ее «форсировкой». Полуавтоматы ПДГ-165-1 и ПДГ-2010 оснащены надежным подающим устройством с двумя, а ПДГ-2510 — с четырьмя роликами для подачи как сплошной, так и порошковой проволоки.

ООО «Линкор» (Ставрополь) — современное предприятие по разработке и выпуску сварочного оборудования и принадлежностей. Его продукция известна на рынках России и Украины. Ее отличает современный дизайн, хорошие эксплуатационные характеристики, небольшие масса и габариты. Привлекательна и доступная цена. Продукция постоянно обновляется и совершенствуется. Посетители стенда, знакомые с продукцией «Линкора», отметили для себя ряд новинок. Это — серия полуавтоматов, изготовленных с применением прогрессивных разработок и конструкций трансформаторов и дросселей. Продуваемые обмотки существенно увеличили ПН. Плавная регулировка скорости подачи позволяет легко настраиваться на требуемый режим сварки. В настоящий момент предприятие приступило к выпуску полуавтоматов, которые комплектуют подающим механизмом собственного изготовления с большим ресурсом работы. Предусмотрено несколько исполнений: одна пара и две пары роликов для подачи сплошной проволоки диаметром 0,8–2,0 мм, две пары шестеренных роликов для подачи порошковой проволоки диаметром 1,4–3,2 мм и две пары для подачи алюминиевой проволоки диаметром 1,2–3,0 мм.

ГУП «Государственный рязанский приборный завод» знакомил посетителей с новыми сварочными выпрямителями инверторного типа «ФОРА». Основным достоинством серии являются малые масса и габариты,



Рис. 6. Стенд ОАО «Завод Электрик»

высокий показатель ПВ и низкая потребляемая мощность. Все выпрямители имеют плавную регулировку сварочного тока. Малая потребляемая мощность позволяет включать выпрямитель «ФОРА-115» от переносных автономных генераторов тока. Перечисленные качества делают выпрямители серии «ФОРА», особенно «ФОРА-165ПР», незаменимым инструментом при выполнении аварийных работ, монтаже различного оборудования, связанного с выездом к месту проведения работ, либо монтаже в труднодоступных местах.

Фирма «Техносваркомплект» (С.-Петербург) — эксклюзивный представитель по северо-западному региону Новоуткинского завода электросварочного оборудования «Искра», Псковского завода тяжелого электросварочного оборудования и дилер Новозыбковского завода «Индуктор» — представила на стенде их продукцию. Особый интерес у посетителей вызывала продукция завода «Искра»: компактные сварочные генераторы ГД-2001, ГД-4004М, ГД-5001ИУ2 и ГД-2Х2501И, а также сварочный агрегат АДД-404У1.

Производитель сварочного оборудования ЗАО «Уралтермосвар» предложил гамму одно- и двухпостовых дизельных сварочных агрегатов (АДД-4004, АДД-3101) различных модификаций.

ЗАО «Завод электросварочного оборудования «Элвис» (Москва) представил сварочные агрегаты марки АДС для сварки и резки при проведении строительных и аварийно-восстановительных работ в сложных климатических условиях и в районах, удаленных от линий электропередач. Достижения агрегата АДС-250, отмеченные посетителями выставки: стабильные сварочные характеристики, малые габариты и масса, малое разбрзгивание при сварке, минимальное соотношение (среди профессионального сварочного оборудования) цена/сварочный ток. АДС-250 — это профессиональный агрегат по цене бытового.

НПП «Сварка» (Москва) продемонстрировала свою новую разработку — компактный универсальный сварочный аппарат «РУСИЧ-400А». Он является наиболее мощным и универсальным из серий «РУСИЧ». «РУСИЧ-400А» — это АД/ДС сварочный аппарат, однофазный, оснащенный сверхмалогабаритным возбудителем, стабилизатором дуги, рассчитанный на подключение к сети с напряжением 220 В и номинальным током от 25 А. Особенности его конструкции таковы, что он позволяет сваривать практически все встречающиеся в сварочной практике металлы.

НПП «Технотрон» (Чебоксары) больше десяти лет известен на рынке сварочного оборудования как надежный производитель инверторного оборудования для сварки покрытыми металлическими электродами, полуавтоматической сварки в среде защитных, активных газов и их смесей, сварки неплавящимся электродом в аргоне, установок для сварки поворотных и неповоротных стыков труб, контактной сварки и плазменной резки. Наибольший интерес посетителей и участников выставки вызвали удачные разработки автоматических установок для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом поворотных стыков и сварки труб в трубную доску. Автоматы разработаны совместно с НИКИМТ и состоят из источника сварочного тока ДС САУ со встроенной аппаратурой управления, пульта ручного управления и сварочной головки типа ОКА. ДС САУ может работать в непрерывном импульсном и шагоимпульсном режиме. Типоразмеры выпускаемых головок позволяют сваривать трубы от 20 до 220 мм. Полуавтоматическая сварка на стенде НПП «Технотрон» была представлена современными аппаратами ДС 200К.3 со встроенным механизмом подачи сварочной проволоки и ДС 400.3 с механизмом подачи проволоки ПМ-3 и ПМ-4. Планетарный механизм подачи проволоки отличается оригинальным решением (патент № 2066262), обеспечивающим рихтовку проволоки. Подача проволоки осуществляется в непрерывном и импульсном режимах. Такое оборудование незаменимо для монтажа и ремонта трубопроводов и металлоконструкций на автомобильных конвейерах.

Стенды выставки «Сварка-2000» свидетельствуют о том, что среди предприятий-производителей сварочного оборудования с богатыми инженерными традициями и отлаженным производством появляются и новые предприятия. Их продукция построена на основе современных технических решений. Это — ПКФ «Кристалл», ООО «Метон и К°», АО «Спецэлектромаш» (С.-Петербург), специализирующиеся на изготовлении полуавтоматов для дуговой сварки и комплектующих к ним, АОЗТ НПЦ «ИМЭП» (С.-Петербург) — оборудование для контактной сварки, в частности сеток.

На стенах АО «АвтоВАЗ» (Тольятти) посетители увидели оригинальные разработки исследовательского центра ВАЗ в области сварки: переносную установку УМС-601, предназначенную для приварки крепежных элементов; электроды колпачкового типа с повышен-

ной стойкостью для контактной точечной сварки кузовных деталей, в том числе с покрытием на основе цинка. Привлекла внимание технология магнитно-импульсной сварки трубчатых деталей, в том числе карданных валов, как из однородных, так и из разнородных материалов (Al+Al, Al+Cu, Al+Fe, Cu+Fe и др.).

Впервые в России на специализированной выставке фирма из Германии «Меркл». На ее стенде серия небольших аппаратов МИГ/МАГ, плазменные резаки, сварочные горелки и вспомогательное оборудование. Наиболее привлекательным оказался сварочный аппарат модели PU250K, выполняющий шесть различных операций: регулируемую импульсную сварку, сварку МИГ/МАГ, сварку ТИГ(ДС), сварку MMA, сварку специальной проволокой, пайку МИГ. Он уже хорошо известен в Европе на автомобильных и строительных заводах и площадках.

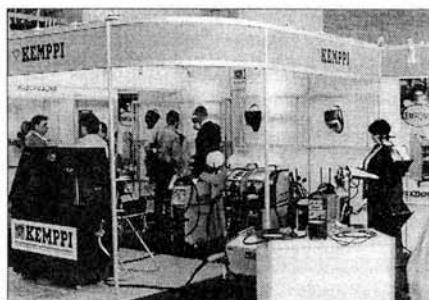


Рис. 7. Стенд фирмы «КЕМППИ»

«Качество необходимо достигать с первой попытки» — девиз фирмы «КЕМППИ», которая представила на своем стенде, кроме известного уже оборудования, новое — производительное оборудование КЕМППИ-ПРО с оптимальными параметрами для каждого вида сварки. Модульная конструкция и отличные возможности регулировки позволяют выбрать для каждой работы наиболее благоприятный комплект оборудования и его параметры. Основными элементами комплекта сварочного оборудования являются инверторные источники питания ПРО-3000, ПРО-4000 и ПРО-5000, предназначенные для работы всеми способами с ПВ=60%, проволокоподающие устройства ПРОМИГ-500 и ПРОМИГ-510, осциллятор для сварки ТИГ ПРОТИГ-400, сварочные горелки со встроенными регуляторами параметров сварки ТИГ (ПТТ-15, ПТТ-22, ПТТ-25В) и МИГ (ПМТ-25, ПМТ-30, ПМТ-40, ПМТ-50), прочие комплектующие.

Фирма ТОО «Сварка» с 1991 года производит контактные сварочные наконечники в порошковом и литом варианте в медном и

«Сварка-2000» в Санкт-Петербурге

медно-хромоциркониевом исполнении. Отверстие под сварочную проволоку изготавливают по запатентованной технологии — экспрессированием с высокой степенью деформации. Технология позволяет получить полированную упрочненную поверхность канала и повысить стойкость наконечника в 3–6 раз.

ЗАО «ОРИОН Гринёва» производит различные сменные детали для плазмотронов отечественного и зарубежного производства, сопла для газоплазменной резки из меди М1 и М2 со вставками из гафния, а также прямые электроды для электросварочных контактных точечных машин. Электроды имеют повышенную стойкость против разрушения от электроэррозии.

Венгерская фирма «Оптим» представила на суд специалистов семейство проволокоподдающих механизмов, которые известны в России, Украине и других странах и широко используются для комплектования сварочных полуавтоматов.

Как всегда содержательно выглядели стенды постоянных участников форумов такого масштаба — фирм «АБИКОР БИНЦЕЛЬ», «ЭСАБ», «ФРОНИУС». Продукция этих фирм давно известна в России, Украине, Беларуси и странах СНГ.

Сварочные материалы. Ручная дуговая сварка по-прежнему остается основным способом получения неразъемных соединений в большинстве отраслей промышленности. На прошедшей выставке свою продукцию демонстрировали: АООТ «Ижорские заводы», АОЗТ «Электродный завод», ОАО «СВЭЛ» (С.-Петербург), АО «Спецэлектрод», ООО «Ротекс-К» (Москва), Сычевский электродный завод, ЗАО «Межгосметиз» (Мценск, Орловской обл.), ООО «Велма» (Киев).

Следует отметить, что большинство заводов, участвовавших в выставке, за последние годы увеличили номенклатуру выпускаемой продукции и провели организационно-технические мероприятия по улучшению качества электродов. Электродно-флюсовое производство АООТ «Ижорские заводы» имеет техническую и технологическую возможность изготавливать более 50 марок специальных электродов и более 20 марок плавленых флюсов для автоматической

сварки и наплавки сталей. Система качества предприятия аттестована Госстандартом РФ, международным бюро Веритас. В последнее время особое внимание уделяется производству электродов для наплавки и ремонта инструмента и оборудования.

Продукция АО «Электродный завод» (С.-Петербург) хорошо знакома на предприятиях топливно-энергетического комплекса, нефтехимической промышленности и металлургии. Завод увеличил номенклатуру выпускаемых электродов до 40 марок, внедрил систему качества по международному стандарту серии ISO 9000, получил сертификаты Морского Регистра Судоходства России, Германского Ллойда и лицензии Госатомнадзора РФ и РАО «Газпром». Предприятиям топливно-энергетического комплекса завод предлагает новую модификацию электродов марки ТМУ-21У диаметром 2,5 мм, специально предназначенных для сварки корневого шва стыков трубопроводов и деталей труб без подкладных колец.

ОАО «СВЭЛ», образованное в 1992 г. на базе производства сварочных электродов судостроительного завода им. А. А. Жданова, изготавливает широкую номенклатуру электродов под надзором Морского Регистра Судоходства России, Германского Ллойда, ВНИИГАЗ. Для сварки магистральных, промышленных нефтегазотрубопроводов предприятие разработало новую модификацию электродов УОНИ-13/55Р. По сравнению с электродами УОНИ-13/55 новые электроды обладают улучшенными сварочно-технологическими свойствами, а металл шва имеет более высокие механические свойства.

АО «Спецэлектрод», сохранив традиции Московского опытно-сварочного завода, продолжает наращивать свои производственные мощности и расширяет номенклатуру производимой продукции, прежде всего за счет создания электродов с ильменитовым покрытием.

Сычевский электродный завод демонстрировал новые марки электродов: МТГ-04К — для сварки корневого шва поворотных и неповоротных стыков трубопроводов из низколегированных сталей классов

прочности К60–К70, МТГ-05 — для сварки во всех пространственных положениях заполняющих и облицовочных швов неповоротных стыков из сталей с классом прочности К60 и МТГ-06 — для сварки во всех пространственных положениях заполняющих и облицовочных швов неповоротных стыков из сталей с классом прочности К70.

Фирма ООО «Ротекс-К» занимается разработкой и изготовлением оборудования для производства сварочных электродов, а также изготавливает электроды, поставляет готовые шихтовые смеси и проволоку для газовой сварки. Электроды с ильменитовым покрытием марки МР-3Р удостоены Серебряным знаком «Российская Марка». Оборудование для производства электродов успешно эксплуатируется на многих предприятиях России, а также в странах дальнего зарубежья.

ЗАО «Межгосметиз» за короткое время освоило изготовление более 20 марок сварочных электродов различного назначения. В производственной программе завода электроды АНО-36 для сварки углеродистых сталей переменным током, АНО-ТМ для сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов. Совместно с Институтом электросварки им. Е. О. Патона ведутся работы по освоению изготовления электродов с целлюлозным покрытием для сварки корневого шва неповоротных стыков трубопроводов.

ООО «Велма» хорошо знакома специалистам как разработчик и изготовитель оборудования для производства сварочных электродов мощностью от 0,25 до 12 т/смену. Фирма организовала собственное производство элек-

ктро-



дов для сварки углеродистых сталей марок МР-3В, АНО-6В.

(Окончание на стр. 13)

Современная сварочно–термическая технология восстановления работоспособности элементов энергетического оборудования ТЭС

Ф. А. Хромченко, д–р техн. наук, Всероссийский технологический ин–т (Москва)

Повреждения элементов длительно эксплуатирующегося оборудования тепловых электростанций (ТЭС) обусловлены технологическими, конструкционными и эксплуатационными причинами и развиваются по механизмам ползучести, усталости, коррозии, дисперсионного охрупчивания при повторном нагреве, хладноломкости, эрозионного изнашивания. Наиболее часто повреждения возникают в таких элементах, как сварные соединения труб котлов и трубопроводов, гнутые детали паропроводов, барабаны котлов, корпусные детали турбин и пароводяной арматуры, лопатки турбин. Их ремонт сопряжен с определенными трудностями, связанными с обеспечением последующей надежной эксплуатации элементов в установленные сроки. В настоящее время накоплен опыт восстановления работоспособности элементов энергетического оборудования, разработаны основные положения современной ремонтно–восстановительной технологии, определены направления дальнейшего совершенствования отдельных технологических методов.

Технология ремонта сварных соединений коллекторов котлов и паропроводов из теплоустойчивых хромомолибденованадиевых сталей 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ и 15Х1М1ФЛ, эксплуатирующихся в условиях ползучести. Для этих сталей типичны эксплуатационные повреждения в виде кольцевых и продольных трещин IV типа по разупрочненной прослойке металла зоны термического влияния (ЗТВ), а также продольные и поперечные трещины в металле шва и в ЗТВ. Основные положения сварочно–ремонтной технологии, разработанные Всероссийским технологическим институтом (ВТИ) для восстановления работоспособности сварных соединений, заключаются в следующем:

- проведение предварительного анализа условий эксплуатации, особенностей конст-

рукции поврежденной сварной детали и технологии ее изготовления (технологии монтажа и возможного ранее проведенного ремонта) с установлением причин и характера повреждения;

■ удаление поврежденного металла механическим способом — шлифованием с получением местных углублений–выборок заданной формы (в отдельных случаях допускается предварительное удаление металла огневым способом с последующей механической обработкой поверхности выборок шлифованием);

■ контроль качества металла в зоне выборки неразрушающими методами дефектоскопии, включая в отдельных случаях металлографический анализ с помощью реплик;

■ выбор варианта ремонта: удаление поврежденного металла без последующей подварки мест углубления (в случаях, когда оставшаяся толщина стенки в зоне выборки равна или превышает номинальную толщину стенки трубного элемента) или подварки места выборки с послесварочной термической обработкой (в случаях, когда оставшаяся толщина стенки в зоне выборки меньше номинальной толщины трубного элемента);

■ выполнение подварочных швов (многослойных) в местах углублений–выборок ручной дуговой сваркой с использованием электродов типа Э09Х1МФ на ограниченных токовых режимах, при этом ремонтируемые детали подогревают до 250–350 °C в зависимости от типа и размера детали и марки стали;

■ применение дополнительных усиливающих наплавок воротникового или цилиндрического типа для сварных соединений с недостаточной конструкционной прочностью (например, для тройниковых сварных соединений, стыковых сварных соединений разнотолщинных элементов труб, штуцерных сварных соединений);

■ проведение послесварочной термической обработки по режиму высокого отпуска при температуре 720–750 °C с выдержкой 1–5 ч в зависимости от типа и размеров детали и марки стали;

■ применение механической обработки — шлифование наружной (и при необходимости внутренней) поверхности отремонтированной детали с получением необходимой формы и чистоты поверхности подварочных швов и наплавок (и удалением при необходимости подкладного кольца); проведение контроля качества отремонтированных сварных соединений неразрушающими методами дефектоскопии;

■ устранение или уменьшение негативного влияния эксплуатационных причин, вызвавших повреждение сварного соединения, путем улучшения состояния опорно–подвесной системы, улучшений работы дренажей и т. д.

Детальная технология ремонта регламентирована в разработанном ВТИ руководящем документе РД 34 17.310–96, утвержденном РАО «ЕЭС России» и Госгортехнадзором России. Она охватывает различные типы сварных соединений, в том числе стыковые, штуцерные и тройниковые соединения равно– и разнотолщинных элементов труб паропроводов и коллекторов котлов. В данном РД рассмотрены типичные виды эксплуатационных повреждений сварных соединений, а также причины, вызвавшие эти повреждения, в том числе из–за некачественного ремонта.

Для случаев, когда проведение послесварочного высокого отпуска сопряжено с известными организационно–техническими трудностями и качественное его выполнение ставится под сомнение, в ВТИ разработаны варианты без послесварочной термической обработки (РД 34 17.310–96; РД 34 15.027–93) для следующих типов сварных соединений и условий их эксплуатации:

Современная сварочно-термическая технология восстановления работоспособности элементов энергетического оборудования ТЭС

■ штуцерных сварных соединений паропроводных труб диаметром 100 мм из стали 12Х1МФ с коллекторами с помощью низколегированных сварочных материалов типа Э-09Х1М (электроды ЦЛ-38, ЦУ-2ХМ, ТМЛ-1У) для температур эксплуатации до 510 °C и с помощью высоконикелевых аустенитных материалов типа Э-11Х15Н25М6АГ2 и Э-08Н60Г7М7Т (электроды марок ЭА-395/9 и ЦТ-36) для температур эксплуатации 510–560 °C;

■ штуцерных сварных соединений труб поверхностей нагрева котлов с коллекторами из стали 12Х1МФ при минимально допустимом расстоянии 70 мм между осями отверстий с помощью сварочных материалов типа Э09Х1М (резервный вариант — применение сварочных аустенитных материалов, например типа Э-11Х15Н25М6АГ2);

■ стыковых сварных соединений тонкостенных паропроводов (с толщиной стенки до 18 мм) наружным диаметром до 219 мм из стали 12Х1МФ с помощью сварочных материалов типа Э-09Х1М для температур эксплуатации до 510 °C; в настоящее время отработана технология выполнения таких соединений для температуры эксплуатации паропроводов до 545 °C при повышенных требованиях к чистоте наплавленного металла по вредным примесям (преимущественно по сере).

Дальнейшее совершенствование сварочно-ремонтной технологии ВТИ идет по пути расширения номенклатуры типов ремонтируемых сварных деталей с учетом особенностей эксплуатационных повреждений сварных соединений, в том числе:

■ штуцерных сварных соединений труб диаметром 100 мм с коллекторами из стали 12Х1МФ, повреждения которых в зоне угловых швов характеризуются глубокими трещинами вплоть до сквозных со стороны коллектора (практически сварочно-ремонтная технология отработана);

■ сварных соединений вспрыскивающих па-

роохладительных устройств, повреждения которых отличаются большим разнообразием, а ремонт сопряжен с известными трудностями. В части сварочной технологии ремонта сварных соединений ВПО-НД и ВПО-ВД в институте имеются конкретные разработки;

■ сварных соединений паропроводов ГПП из центробежно-литых труб большого диаметра, выполненных из стали 15Х1М1Ф-ЦЛ.

Восстановительная термическая обработка (ВТО) элементов паропроводов из теплоустойчивых сталей 12МХ, 15ХМ, 12Х1МФ и 15Х1М1Ф. Цель проведения такой обработки заключается в продлении срока службы длительно эксплуатирующихся элементов паропроводов (гибов, прямых труб, сварных соединений) за счет регенерации микроструктуры и устранения микроповреждений с соответствующим повышением жаропрочных свойств металла. По результатам комплексных исследований ВТИ и фирмы ОРГРЭС совместно с ВНИИАМ, НПО ЦНИИТМАШ установлены следующие виды ВТО:

■ нормализация без последующего отпуска для элементов паропроводов из хромомолибденовых сталей (температура нормализации примерно 950–1000 °C);

■ нормализация (одно- или многократная) при температуре 1020–1080 °C с последующим высоким отпуском при температуре 720–750 °C (или без отпуска) для элементов паропроводов из хромомолибденонадиевых сталей.

Температурно-временные режимы ВТО в обобщенном виде регламентированы в руководящем документе, утвержденном РАО «ЕЭС России» и согласованном с Госгортехнадзором России. Согласно этому документу допускается проведение ВТО сварных соединений паропроводов из сталей 12МХ, 15ХМ и 12Х1МФ.

В условиях действующих электростанций операции ВТО выполняют при нагреве обрабатываемых элементов индукционным способом токами средней частоты (2400–2500 Гц) с помощью гибких водоохлаждаемых индукторов. Разработаны два варианта индукторов: компактный шириной 500–700 мм и удлиненный при общей ширине намотки витков соленоида 6–9 м. Компактный индуктор обеспечивает равномерный нагрев кольцевого участка трубного элемента шириной 200–300 мм, необходимую скорость подъема температур и требуемую при нормализации скорость охлаждения 7–9 °C/мин для сварных соединений элементов из стали

12Х1МФ. Удлиненный индуктор обеспечивает более высокую производительность процесса, однако, при этом возникают трудности в обеспечении требуемой равномерности прогрева металла паропровода, необходимой скорости охлаждения от температуры нормализации, в предупреждении возможных прогибов удлиненных участков паропровода, нагретых при ВТО до высоких температур, например до 1000–1080 °C.

Комплексными исследованиями, проведенными в ВТИ, установлено следующее:

■ жаропрочные свойства теплоустойчивой стали (на примере стали 12Х1МФ) в результате проведения ВТО могут быть восстановлены до исходного уровня для условий ползучести, при этом большое влияние оказывает технологический фактор проводимых операций. Так, выявлена заметная разница уровней восстановленных жаропрочных свойств в зависимости от использованной технологии ВТО — компактным или удлиненным индуктором. При термообработке компактным индуктором за счет повышенной скорости охлаждения от температур нормализации формируется благоприятная микроструктура (наличие плотного перлита с повышенным его содержанием), что обеспечивает более высокие жаропрочные свойства стали 12Х1МФ по сравнению с обработкой удлиненным индуктором;

■ новый срок службы сварных соединений элементов из стали 12Х1МФ после длительной наработки (примерно 200 тыс. ч) при температуре 545 °C в результате проведения ВТО может достигать 200–300 тыс. ч, общий ресурс с учетом предварительной наработки составит приблизительно 400–500 тыс. ч. Положительный эффект ВТО заключается в заметном улучшении микроструктуры: изменении состава и дисперсности карбидной фазы, устранении сфероидизации микроструктуры, получении плотного перлита, наконец, устранении мелкозернистой разупрочненной прослойки металла ЗТВ за счет рекристаллизации металла, по которой преимущественно развиваются эксплуатационные повреждения в сварных соединениях паропроводов. Оптимальным установлен вид ВТО с режимом однократной нормализации и последующим высоким отпуском с выдержкой в течение 1,5 ч.

Технология ремонта литьих корпусных деталей турбин и пароводяной арматуры из теплоустойчивых сталей (20ХМЛ, 20ХМФЯ 15Х1М1ФЛ и подобных) без послесварочной

термической обработки. Эксплуатационные повреждения в этом случае развиваются по механизмам усталости, коррозии, ползучести металла.

В условиях действующих ТЭС применяют два варианта сварочно-ремонтной технологии, в основе которых лежит использование сварочных материалов, наплавляющих металл разного структурного класса:

■ технология с использованием аустенитных высоконикелевых сварочных материалов, разработанная НПО ЦКТИ и НПО ЦНИИМШ совместно с заводами по изготовлению турбин. Подварочные швы выполняются без подогрева, что создает определенные преимущества в маневренности такой технологии. Однако отремонтированные этим способом корпусные детали не всегда характеризуются требуемой работоспособностью — эксплуатационные повреждения преимущественно развиваются по зоне сплавления разнородных материалов (причины — развитие кристаллизационных и диффузионных хрупких и разупрочненных прослоек металла, появление локальных термических напряжений из-за разности коэффициентов линейного расширения материалов, наличие сварочных дефектов из-за недостаточной сварочной технологичности высоконикелевых электродов и т. д.). В связи с этим рекомендуют такую технологию применять для деталей, эксплуатирующихся при температуре не выше 450 °C, или в случаях, когда по организационно-техническим причинам невозможно применить подогрев ремонтируемых деталей при сварке;

■ технология с использованием низколегированных сварочных материалов, например, покрытых электродов марки ТМЛ-5 условного типа Э-06ХМ. По данной технологии, разработанной ВТИ, наплавка при выполнении подварочных швов ведется с обязательным подогревом при температуре 200–250 °C, последующим после сварки термическим отыском при температуре 150–200 °C (для удаления диффузионного водорода) и заключительной операцией фальшподогрева при температуре 150–200 °C (для смещения термических напряжений из зоны подварочных швов в сторону основного металла). Разработаны способы ремонта деталей с глубиной углублений-выборок до 50–70% толщины стенки, а также деталей со сквозными трещинами путем размещения деконцентратов напряжений типа «ловушек трещин». Данная технология достаточно сложна, одна-

ко она находит все большее применение благодаря ряду достоинств: идентичности структурного класса стали и подварочных швов (исключаются недостатки, присущие технологии ремонта с использованием аустенитных материалов), обеспечению требуемой жаропрочности сварных соединений, отсутствию необходимости в специальной подготовке сварщиков (что требуется для выполнения швов высоконикелевыми электродами), а также в приобретении дефицитных и дорогостоящих аустенитных сварочных материалов, заметному облегчению эксплуатационного контроля неразрушающими методами дефектоскопии. Высокая работоспособность отремонтированных деталей с подварочными швами состава 06ХМ подтверждена положительными результатами испытаний большого числа образцов, стендовых испытаний натуральных моделей и многолетним опытом применения на ТЭС данной технологии ремонта.

Технология ремонта барабанов из сталей 16ГНМ, 16ГНМА и 22К котлов высокого давления. Эксплуатационные повреждения обусловлены действием циклических нагрузок и коррозионной среды в сочетании с концентрацией напряжений из-за неудовлетворительной формы отдельных элементов (конструкционный фактор), наличием сварочных дефектов и различного рода плен и расслоений металла (технологический фактор). Основные положения сварочно-ремонтной технологии, разработанной примерно 20 лет назад НПО ЦНИИМШ и НПО ЦКТИ совместно с таганрогским заводом «Красный котельщик» и ремонтными предприятиями, включают операции по удалению поврежденного (дефектного) металла, многослойную наплавку с подогревом до 120–220 °C в зависимости от марки свариваемой стали электродами типа Э50А, а в отдельных случаях — аустенитными электродами без подогрева, проведение послесварочной термической обработки по режиму высокого отпуска (в отдельных случаях без отпуска), контроль качества ремонта.

Технология ремонта сваркой рабочих лопаток паровых турбин. Эксплуатационные повреждения входной кромки рабочих лопаток из высокохромистых сталей 15Х11МФ и 20Х13 обусловлены эрозионно-коррозионным воздействием в сочетании с циклическими нагрузками. В настоящее время для последних ступеней турбин Т-250 и Т-300 применяют два варианта технологии ремонта рабочих лопаток:

■ в соответствии со сварочной-ремонтной технологией, разработанной НПО ЦКТИ с турбинными заводами (первый вариант), используют аустенитные высоконикелевые сварочные материалы (сварочная проволока при ручной аргонодуговой сварке), процесс сварки (наплавки) ведут без подогрева и без послесварочной термической обработки. По данной технологии лопатки можно ремонтировать непосредственно на роторе турбины. До последнего времени технология была основной и единственной в теплоэнергетике. К недостаткам ее следует отнести наличие разнородных по структурному классу материалов (аустенитный в сочетании с мартенсито-ферритным) на входной кромке отремонтированных лопаток в районе подварочных швов-наплавок, что может быть причиной преждевременных эксплуатационных повреждений;

■ в соответствии со сварочно-ремонтной технологией, разработанной ВТИ совместно с ЦРМЗ АО «Мосэнерго» (второй вариант), работоспособность входной кромки рабочих лопаток восстанавливают многослойной высокохромистой наплавкой с послойным охлаждением при ручной аргонодуговой сварке и обязательным проведением послесварочной термической обработки по режиму высокого отпуска при температуре 680–700 °C. По этой технологии ремонта необходимо демонтирование лопаток ротора, размещение ремонтируемых лопаток в специальных поворотных кондукторах-манипуляторах и выполнение послесварочной термообработки в печах общего нагрева. Существенное достоинство такой технологии — получение отремонтированных рабочих лопаток высокой работоспособности благодаря идентичности структурного класса наплавленного и основного металлов лопатки на входной кромке в сочетании с проведением послесварочной термообработки, которая обеспечивает образование требуемой благоприятной микроструктуры (распад структур закалки) и свойств. По результатам проведенных комплексных испытаний и контроля, включая эксперименты на статическую трещиностойкость, усталость и вибростойкость, а также положительного опыта эксплуатации отремонтированных рабочих лопаток на турбинах ТЭЦ АО «Мосэнерго», подтверждена высокая работоспособность таких деталей после ремонта. В частности, усталостная прочность отремонтированных лопаток оценена как равная прочности деталей из основного металла. ■ #32

Автоматическая дуговая сварка деталей железнодорожных стрелочных переводов

**А. В. Соценко, С. П. Карпов, ОАО «Днепропетровский стрелочный завод»,
С. В. Дубовецкий, С. В. Можаев, А. Е. Фролов, И. А. Фещенко, Д. В. Плющ, ООО НВКФ «НАВКО»**

В конструкциях деталей современных стрелочных переводов все большее применение находит дуговая сварка плавящимся электродом. Причем, высокие требования к качеству сварных соединений, желание свести к минимуму влияние человеческого фактора на стабильность эксплуатационных показателей сварных деталей переводов определяют необходимость использования автоматических методов дуговой сварки.

По заказам Муромского, Днепропетровского и Новосибирского стрелочных заводов фирмой «НАВКО» разработана автоматическая установка для дуговой сварки в среде углекислого газа деталей «подушка» с «подкладкой» железнодорожных стрелочных переводов типов Р50 и Р65. Ранее эти детали соединяли с помощью шести заклепок. В сварном варианте (рис. 1) соединение осуществляют двумя внутренними кольцевыми швами диаметром 60 мм с катетом 7–8 мм. Такое соединение прочнее клепаного, а сам процесс сварки более производительный, менее трудо- и энергоемкий.

Сравнительные испытания на прочность показали, что сварные подкладки–подушки выдерживают нагрузку 195 кН, подкладки–подушки с заклепочным соединением — 145 кН. Сравнительные усталостные испытания сварных и клепаных подкладок–подушек показали близкие результаты (2 млн. циклов нагрузки–разгрузки, изменяющейся в интервале 10–60 кН при частоте 10 Гц). В сварочную установку (рис. 2) входят трехпозиционный поворотный стол, два комплекта сварочного оборудования, два сварочных автомата (механизм вращения и механизм подъема), контроллер и пульт управления. В одной из трех позиций стола выполняют ручную загрузку и выгрузку деталей, а в двух других — одновременно сварку двух кольцевых швов проволокой диаметром 1,6 мм на токах 350–380 А. Программное управление всеми механизмами и устройствами установки, а также диагностику их состояния осуществляют контроллер.

Производительность установки — более 400 изделий в смену.

Другая деталь стрелочного перевода, для изготовления которой в последнее время используют дуговую сварку, — контррельсовый узел, представляющий собой сварное соединение подкладки со стойкой и бонкой (рис. 3, а). В некоторых вариантах конструкции бонка отсутствует. Бонку соединяют с подкладкой кольцевым и двумя продольными швами. Линия соединения подкладки со стойкой представляет собой сложную ломаную кривую (рис. 3, б). Общая протяженность сварных швов составляет около 1 м, катет швов 8 мм.

По заказу Днепропетровского стрелочного завода фирмой «НАВКО» разработано, изготовлено и поставлено на производство роботизированное и автоматическое сварочное оборудование, в состав которого входит:

- робототехнологический комплекс (РТК) для дуговой сварки подкладки со стойкой (рис. 4);
- установка для автоматической дуговой сварки кольцевого шва, соединяющего бонку с подкладкой (рис. 5).

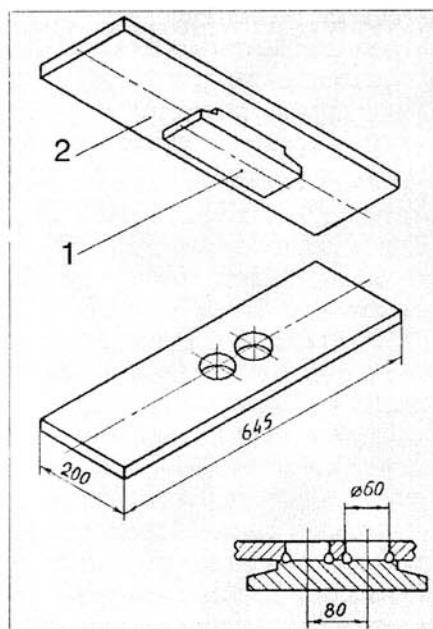


Рис. 1. Подушка с подкладкой в сборе

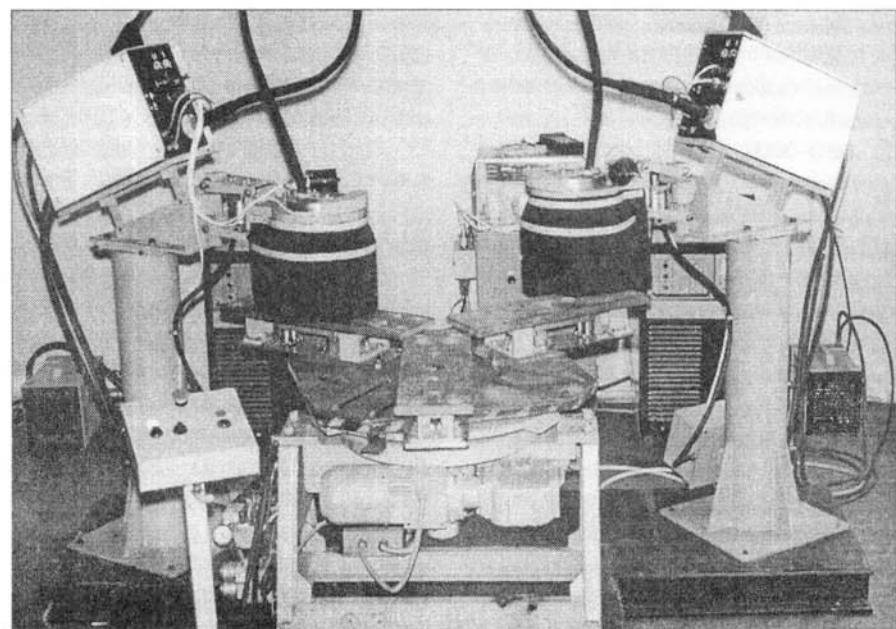


Рис. 2. Установка для автоматической дуговой сварки подушки с подкладкой

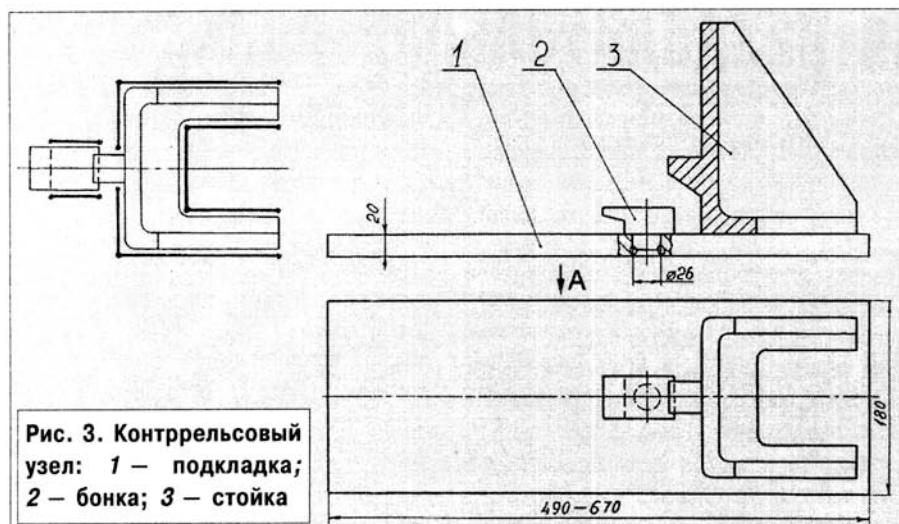


Рис. 3. Контррельсовый узел: 1 — подкладка; 2 — бонка; 3 — стойка

■ два сварочных полуавтомата для сборки свариваемых деталей на прихватках.

Сварку выполняют в среде углекислого газа проволокой диаметром 1,6 мм в такой последовательности:

- 1) сборку на прихватках бонки с подкладкой;
- 2) сварку кольцевого шва соединения бонки с подкладкой на сварочной установке;
- 3) сборку на прихватках подкладки с приваренной бонкой со стойкой;
- 4) сварку роботом швов соединения подкладки со стойкой и двух продольных швов соединения бонки с подкладкой.

Оборудование, смонтированное на отдельном участке, позволяет выполнять сварку до ста таких изделий в смену.

РТК включает:

- промышленный робот РМ-01 с устройством управления «Сфера-36»;

■ комплект сварочного оборудования — источник питания ВДУ-506, механизм подачи сварочной проволоки, устройство автономного охлаждения горелки, сварочная горелка с жидкостным охлаждением, устройство автоматической очистки и смазки горелки, устройство удаления оплавленного участка проволоки, устройство защиты горелки от поломки, газоаппаратура;

- два вращателя свариваемых изделий с возможностью кантовки последних в четыре фиксированных положения (для сварки фланговых швов в положение «в лодочку»);
- пульт управления РТК;
- платформу и колонну для размещения робота и вращателя изделий;
- сборочно-сварочные приспособления.

Компоновка РТК предполагает поочередное обслуживание оператором двух рабочих

мест (двух вращателей изделий) с целью повышения производительности комплекса за счет совмещения операций загрузки-выгрузки деталей на одной позиции с их сваркой на другой. В каждой позиции, т. е. на каждом вращателе, одновременно устанавливают по три собранных на прихватках подкладок со стойками и бонками.

В установке для сварки кольцевого шва (рис. 5) механизмы вращения и подъема горелки аналогичны тем, что применены в установках для сварки подушек с подкладками. Поворотный стол имеет две позиции. Смену позиций осуществляют вручную. Общее время сварки одной бонки 48 с.

Статические испытания на растяжение сварного соединения стойки с подкладкой по-

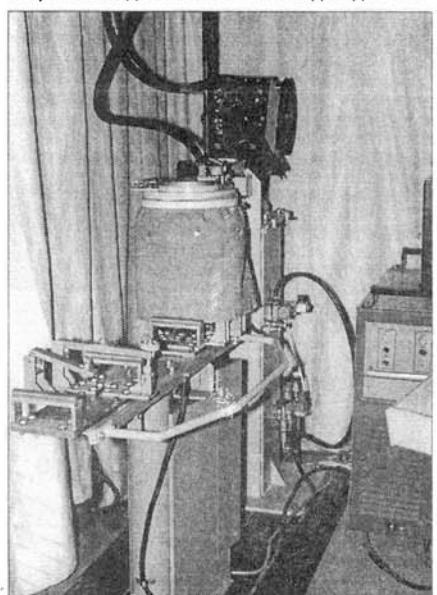


Рис. 5. Установка для автоматической дуговой сварки бонки с подкладкой

казали восьмикратный запас прочности в сравнении с заданными расчетными параметрами.

Полигонные испытания контррельсовых узлов стрелочных переводов выполняли на экспериментальном кольце МПС России. Поезд двигался со скоростью до 80 км/ч и создавал осевую нагрузку до 27 тс/ось. При наработке 98,6 млн. т брутто (с суточной наработкой до 1,2 млн. т) в сварных швах трещин и разрушений не обнаружено.

Многие элементы описанного оборудования унифицированы, что позволяет проектировать на их основе специализированные под другие задачи дуговой сварки механизированные, автоматические и роботизированные станки, установки и робототехнологические комплексы. ■ #33

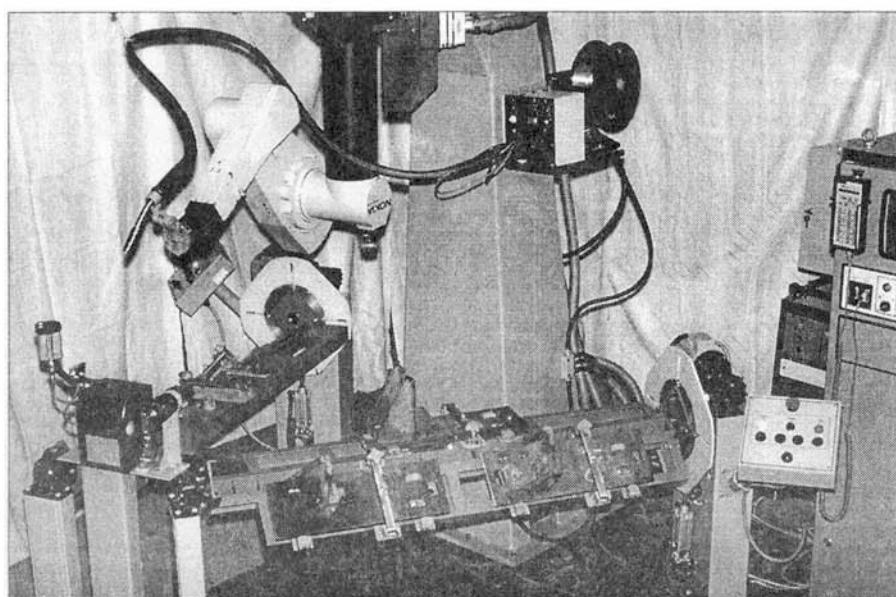


Рис. 4. Робототехнический комплекс для дуговой сварки стойки с подкладкой

Гидроабразивная разделительная резка

В. Н. Бернадский, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Непрерывное расширение номенклатуры конструкционных металлических, неметаллических и композитных материалов

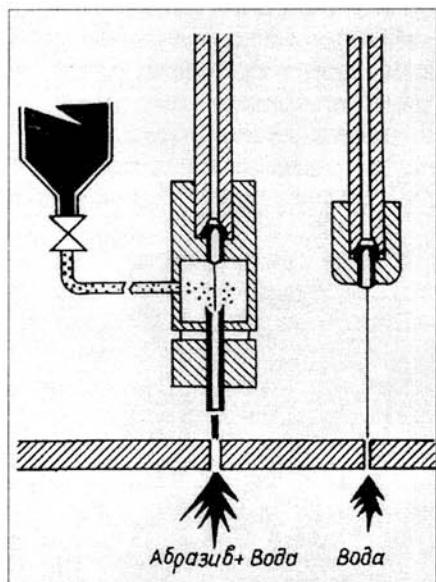


Рис. 1. Схема гидроабразивной и водоструйной резки (гидрорезки)

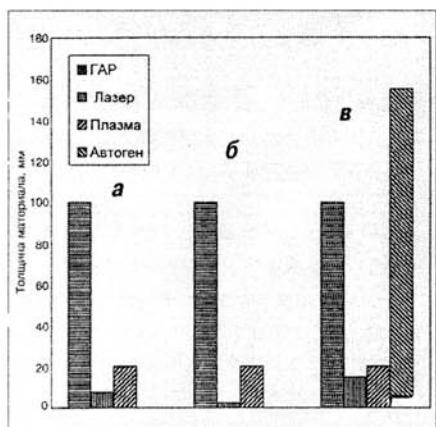


Рис. 2. Сопоставление технологических возможностей процессов гидроабразивной, лазерной, плазменно-дуговой и газокислородной (автогенной) резки различных металлических материалов (по толщине разрезаемого материала):
а — хромоникелевая сталь; б — высоколегированные сплавы; в — низкоуглеродистая сталь

в промышленности и строительстве обуславливает необходимость создания принципиально новых технологий разделительной резки и обработки таких материалов. Сегодня к таким технологиям по праву может быть отнесен процесс резки высокоскоростной струей воды под большим давлением (гидрорезка и гидроабразивная резка).

Гидроабразивная резка (ГАР) является интересной технологической альтернативой традиционным методам разделительной резки — газокислородной (автогенной), плазменно-дуговой и лазерной. ГАР струей воды высокого давления с добавкой мелкого абразивного порошка имеет ряд принципиальных отличий, которые обеспечивают высокую универсальность процесса и значительно расширяют область ее рационального применения:

- материал, прилегающий к зоне реза, не подвергается перегреву выше 100 °C и структурным изменениям, не возникают термические деформации заготовок;
- одним и тем же оборудованием могут быть разрезаны или обработаны любые материалы с высокой прочностью и отличными физико-химическими свойствами (стали, сплавы цветных металлов, керамика, стекло, мрамор, железобетон и др.), что определяет универсальность процесса;
- процесс отличается высокой экологической чистотой (исключая шумовое воздействие), полной пожаро- и взрывобезопасностью.

В комплект оборудования для ГАР обычно входят фильтр и промежуточный резервуар для воды, насос высокого давления (100–400 МПа), блок режущей головки (смеситель-сопло), устройство для подачи абразива, гибкий шланг длиной до 100 м от насоса до блока режущей головки, рассчитанный на высокое давление, механизм перемещения головки и устройство, управляющее (программирующее) процессом резки.

При ГАР вода служит в первую очередь для транспортировки абразивных частиц, которые являются своеобразным режущим

средством. Водяная суспензия с абразивом подается из специальной емкости в смесительную камеру режущей головки и затем вместе с напорной струей через сопло к месту резки (рис. 1). Основным элементом сопла, формирующего высокоскоростную водоабразивную струю заданного диаметра, является вставка из высокопрочного материала (керамика, сверхтвердые сплавы).

Ниже приведены значения производительности резки различных материалов в см²/мин для процесса ГАР при давлении режущей струи 200–300 МПа, расходе воды 4,4 л/мин и абразива 0,3–0,7 кг/мин (скорость реза зависит от толщины обрабатываемого материала):

| | |
|-------------------------------|---------|
| Алюминий..... | 20–50 |
| Свинец | 80–120 |
| Медь | 15–30 |
| Титан..... | 10–25 |
| Стекло..... | 100–200 |
| Оргстекло..... | 120–300 |
| Армированная пластмасса | 120–300 |
| Керамика..... | 100–200 |
| Природный гранит..... | 50–150 |

Физическая суть механизма гидроабразивной резки состоит в отрыве и уносе из полости реза частиц основного (разрезаемого) материала скоростным потоком ударяющихся и скользящих по поверхности реза твердофазных частиц. Устойчивость истечения и эффективность воздействия двухфазной струи обеспечиваются оптимальным размером частиц, равным 10–30% диаметра режущей струи. В качестве абразива обычно используют порошки твердосплавных сплавов, карбидов, окислов. Выбор абразива зависит от вида и твердости разрезаемого материала. Так, для высоколегированных сталей и сплавов титана применяют особо твердые частицы граната, для стекла — соответствующие фракции обычного песка, для пластмасс, армированных стекло- или углеродными волокнами, — частицы силикатного шлака. Благодаря особенностям процесса ГАР обеспечивается очень малая ширина реза и незначительное количество материала,

идущего в отходы, а также высокое качество поверхности реза, приближающееся к качеству грубого фрезерования.

Номенклатура материалов, для резки и обработки которых применима современная технология ГАР, почти неограничена. Эффективность ГАР различных классов легированных сталей и сплавов значительно выше в сравнении с процессами лазерной и плазменной резки и практически сопоставима с газокислородной резкой низкоуглеродистых конструкционных сталей (рис. 2). Гидроабразивная струя успешно режет стали с упрочняющими покрытиями; при резке мягких металлов и композитов иногда требуется последующая очистка поверхности реза от застрявших частиц абразива.

Кроме резки, применение высоконапорных гидроабразивных струй в отдельных случаях целесообразно для снятия фасок на крупных машиностроительных деталях, для подготовки кромок под сварку и удаления дефектных участков швов под их последующую заварку. Прогрессивная технология ГАР имеет несомненную перспективу применения в современном заготовительном и металлообрабатывающем производствах. Учитывая определенную сложность оборудования для ГАР и условий его эксплуатации, данная технология в настоящее время получает растущее применение в основном, в таких отраслях, как авиастроение, судостроение, специальное машиностроение и производство листового стекла. Одновременно на базе данной технологии создают специализированные предприятия — своеобразные «центры резы». Так, в конце 1999 г. в Ризе (Германия) открыт центр гидроабразивной резки, который обеспечивает выполнение заказов близлежащих предприятий на резку и вырезку заготовок из самых различных материалов. Центр оснащен двумя двухкоординатными установками ABB1-R для гидроабразивной резки фирмы «Natezjet System AB». Установки имеют рабочий стол размером 3×4 м и обеспечены компьютерным управлением профильной резки. Без абразива (водоструйная резка) производят резку таких мягких материалов, как пластмассовая пленка, кожа и текстильные ткани. С присадкой абразивов вырезают заготовки из твердых и хрупких материалов типа высоколегированных сталей, алюминия, керамики и стекла. Центр принимает заказы как на единичные детали, так и на большие серии заготовок. ■ #34

(Окончание. Начало на стр. 6)

ОАО «Запорожстеклофлюс» предлагает производителям сварочных электродов силикатную глыбу марок КН и НК, сертифицированную в системе Госстандарта Украины. Завод продолжает производство плавленных флюсов, уделяя особое внимание повышению качества продукции и снижению ее цены.

Фирма «Кастолин» (Швейцария) известна как производитель сварочных материалов для восстановительной сварки и ремонта изделий из стали, чугуна и известных металлов. Представители фирмы в России продемонстрировали гамму электродов для ремонта деталей из чугуна.

Следует отметить, что ведущие европейские фирмы — производители сварочных материалов воздержались от активного участия в выставке. Вероятно, это связано, с одной стороны, с тем, что высокие цены на их продукцию не соответствуют возможностям потребителей в странах СНГ, а с другой, непрерывно растущее качество отечественных электродов все в большей степени удовлетворяет потребителей. Тем не менее, зарубежные фирмы ищут пути продвижения своей продукции на рынок СНГ, и прежде всего России. Так, шведская фирма «ЭСАБ» создает совместное производство с ОАО «СВЭЛ», которое должно изготавливать как электроды УОНИ, так и электроды серии ОК.

Средства защиты сварщиков. НПФ «СИЗОД» предлагает новейшее средство защиты сварщика Speedglas 9000 с автоматическим светофильтром, устройство очистки воздуха Speedglas 9000 Fresh-air производства Швеции. Фирма «СИЗОД» работает на рынке России более 7 лет. За это время фирма разработала автономный блок очистки воздуха «Муссон-4» и шланговый дыхательный аппарат сварщика АШДС. Цены на это оборудование и расходуемые фильтрующие материалы значительно ниже, чем на импортные.

ООО «Институт лазерных технологий и приборостроения» разработал автоматический светофильтр «Хамелеон». Система полностью автоматизирована. На маску вынесен потенциометр для широкой и плавной регулировки степени затемнения. С ней можно работать как в помещении, так и на ярком солнце. Система электропитания комбинированная — от литиевого элемента и солнечной батареи. Степень затемнения N=8...14. Полное время включения 0,1 мс. Стоимость системы в три раза ниже стоимости зарубежных аналогов.

Фирма «Конкар» (Нижегородская обл.) предлагает установки для удаления сварочных газов и аэрозолей из зоны сварки. Производительность установки ФВУ 1200 — 1200 м³/ч, а установки ФВА — 3500—3500 м³/ч. Обе установки имеют гигиенический сертификат.

Предприятие «Элстат» (Москва) предлагает промышленное оборудование для очистки воздуха до санитарных норм. В установке применяются электростатические фильтры ЭФВА. Передвижная установка позволяет очищать от 1,0 до 1,6 тыс. м³ воздуха в час. В случае применения стационарных установок возможно очищать от 1,0 до 40,0 тыс. м³ воздуха в час. Установки комплектуют легкими пластиковыми воздуховодами для удаления загрязненного воздуха непосредственно из зоны работ.

В рамках выставки «Сварка-2000» состоялась международная научно-техническая конференция «Современные проблемы и достижения в области сварки, родственных технологий и оборудования на рубеже XXI века». Участники обсуждали проблемы сварки и основные направления развития сварочной техники на рубеже веков, проблемы эксплуатации сварных конструкций в климатических условиях Севера, взаимодействие Российского научно-технического сварочного общества с государственными предприятиями России и зарубежными сварочными научно-техническими организациями, итоги 100-летней деятельности немецкого общества по сварке и родственным технологиям, роль научно-технической информации в развитии сварки и родственных технологий и др.

Прекрасная инициатива, с которой на «Сварка-98» выступили представители фирмы «РО-АР», — провести конкурс красоты «Мисс Сварка» — на нынешней выставке, уже можно смело сказать, превратилась в традицию. Инженер АО «АВТОВАЗ» Ольга Шишмарева очаровала в этот раз членов компетентного жюри чуть-чуть больше, чем шесть других финалисток. Все девушки были награждены цветами, подарками и всеобщим вниманием. Зрители получили массу положительных эмоций и эстетическое удовольствие, а экспоненты, уставшие от напряженной работы у стендов, — несколько минут полноценного отдыха.

«Сварка-2000» завершила свою работу. Но 2000-й выставочный год в самом разгаре. Встретимся на выставках! ■ #31

Плазменно-порошковая сварка: новый этап в развитии дуговой сварки

Йоуко Койвула, инж., «Plasma Modules OY» (Клаукалла, Финляндия)

Ао недавнего времени преимущества плазменно-дуговой сварки (ПДС) были относительны. Высокая стоимость источников питания, горелок и сложные параметры процесса по сравнению с другими способами дуговой сварки ограничивали ее широкое использование.

Идеи, воплощенные фирмой «Plasma Modules OY» при разработке горелки для плазменно-порошковой сварки (ППС), расширили область применения плазменной сварки как в отношении свариваемых материалов, так и типов конструкции и пространственного положения выполнения соединений. Наряду с нержавеющими и марганцовистыми сталью, теперь можно сварить некоторые стали с ограниченной свариваемостью, а также медь, никелевые сплавы и алюминий.

Если ПДС использовали только для получения соединений в нижнем положении, то ППС позволяет вести сварку в различных пространственных положениях, в том числе стыковых соединений труб различного диаметра. Предложенный способ обеспечивает глубокое проплавление основного металла и позволяет выполнять сварку в узкий зазор как вручную, так и механизированно (рис. 1).

При плазменной сварке практически отсутствует разбрзгивание. После сварки

не требуется дополнительной обработки, плавный переход от шва к основному металлу обеспечивает хороший внешний вид и высокую усталостную прочность сварного соединения.

Горелка для ППС (рис. 2, 3) имеет несколько конструктивных особенностей, которые защищены патентами. Ее размер сравнительно небольшой, она не содержит крупных и дорогостоящих керамических частей. Коническое сопло малых размеров облегчает доступ к месту сварки в стесненных условиях. При использовании минимального сопла диаметром 0,3 мм достигается концентрированный поток плазмы при малой силе тока. Это обеспечивает такую же форму шва, как при лазерной сварке, и позволяет выполнять сварку в узкий зазор при сварочном токе от 12 А.

Тепловая мощность плазменной струи больше мощности дуги, горящей в аргоне, в 10 раз, что обеспечивает узкое и глубокое проплавление. При этом достигается полное проплавление свариваемых деталей.

Шов с узким проплавлением имеет много преимуществ по сравнению с обычным швом. Он существенно уже, а тепловложение сокращено, что уменьшает коробление и остаточные напряжения в соединении. Шов

также свободен от пор, потому что газы и оксиды удаляются сквозь полость проплавления. Данный способ является идеальным для выполнения корневого шва при сварке металла большой толщины. При этом достигается более высокая скорость сварки, примерно втрое выше, чем при аргонодуговой.

Считалось, что сварка с узким проплавлением возможна только в автоматическом режиме, так как параметры сварки, особенно расстояние между соплом и изделием, существенно влияют на стабильность формы шва. Считалось также, что требуется ток свыше 100 А, и таким образом материал толщиной меньше 1,2 мм не может быть сварен этим способом. Применение горелки новой конструкции позволило расширить возможности плазменной сварки и выполнять сварные соединения с узким проплавлением шва из стали толщиной 0,8 мм на токе 12 А. Максимальная толщина как для низкоуглеродистых, так и для высоколегированных сталей составляет 10 мм. Большинство этих соединений может быть сварено вручную при расстоянии от сопла до изделия от 0,5 до 10 мм. Недостатком является то, что при выполнении длинных швов на большом токе (около 200 А) и при узком проплавлении на глубину 10 мм небольшая горелка перегревается. В настоящее время оптимальным током является 180 А, при этом нет риска, что горелка перегреется.

Горелка для ППС позволяет наплавлять малые объемы порошка в требуемом положении сварки, включая потолочное. Сварочная ванна очень мала, и порошок наплавляется с точным заданным расходом. Сваривают пластины, собираемые без зазора. Присадочный материал в основном стабилизирует дугу и сварочную ванну. Он также обирает теплоту, не допуская перегрева сварочной ванны под воздействием дуги. При длине питающего шланга до 6 м питающая система подает порошок снизу вверх.

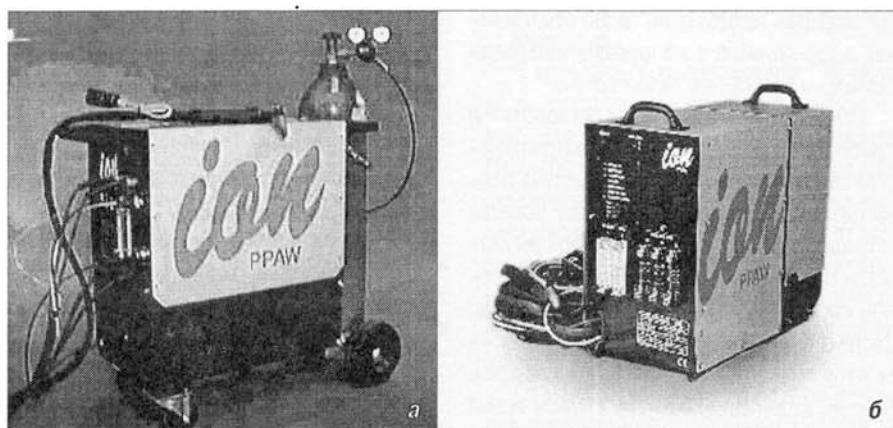


Рис. 1. Источники питания для механизированной (а) и ручной (б) ППС



Рис. 2. Горелка для ППС в сборе

Новый способ был также применен для наплавки в тех случаях, когда адгезия напыленного слоя была недостаточной или же материал, обеспечивающий получение необходимого сочетания износостойкости и коррозионной стойкости, сложно нанести другими способами дуговой сварки.

Благодаря высокой приспособленности и надежности процесса повышается спрос на его применение в роботизированных технологиях.

Плазменно-порошковую технологию успешно применяют на ряде европейских фирм, в частности, при сварке велосипедных рам и труб, работающих под давлением. Соединения тонкостенных труб под углом — одно из самых сложных применений способа. ППС используют также для получения соединений из ограниченно свариваемых материалов типа сплава «Incalloy» и нанесения коррозионно-стойких покрытий, а также для сварки угловых соединений металлических коробок, электрических кожухов и дру-

гих корпусных деталей, при изготовлении оборудования для пищевой промышленности и кухонной мебели.

Начальные капиталовложения в плазменно-порошковую установку не обязательно должны быть велики. В некоторых случаях срок окупаемости оборудования не превышает трех месяцев. Переход от обычных способов сварки к плазменно-порошковому позволяет увеличить скорость сварки и повысить качество шва. Еще одним серьезным



Рис. 3. Горелка для ППС в разобранном виде: электрододержатель, сопло и газопровод

фактором в пользу применения ППС является сокращение рабочего времени в результате исключения операций послесварочной механической обработки.

Рама последней модели популярного горного велосипеда «Тунтури» (рис. 4) полностью сварена с помощью ППС при использовании для предварительной сборки робота с одним захватом. Внешний вид соединения по-

сле сварки не требует дополнительной механической обработки. В сварных соединениях отсутствуют непровары и корневые дефекты.

При механических испытаниях, проведенных фирмой «Tunturipyöri Oy», данные велосипедные рамы показали исключительную надежность. Рамы, сваренные ППС как вручную, так и с помощью робота, перенесли испытательные нагрузки намного лучше, чем аналогичные изделия, сваренные дуговой сваркой в среде аргона или CO₂. При усталостных испытаниях это превышение было четырехкратным. Наиболее важным фактором является хорошая повторяемость положительных результатов. Когда хромомолибденовую сталь заменили на термомеханически обработанную низкоуглеродистую, усталостная прочность соединений ППС опять оказалась выше, на этот раз троекратно. Эта цифра оказалась еще выше во время испытаний при температуре минус 20 °C (имитация зимних условий). ■ #35

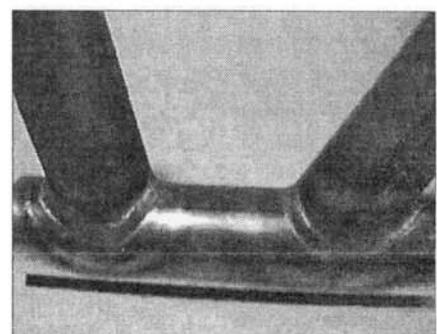


Рис. 4. Узел рамы велосипеда «Тунтури», сваренный ППС

Интер-Метиз

ЗАО «Интер-Метиз» реализует со склада в г. Днепродзержинске по самым низким ценам

Проволоку стальную ОК

(диаметром от 1,2 до 6 мм)
ВР-1 (диаметром 4 и 5 мм);
сварочную Св-08, Св-08 А
(диаметром от 1,2 до 6 мм)

Гвозди

в широком ассортименте

Сетку

рабицу 25×25×2 мм,
30×30×2 мм, 1,5×10 м

Цепи

хозяйственные поводковые
3-хонцовые (диаметром 5 мм)
круглозвенные (диаметром
от 3 до 6 мм)

ФОРМА ОПЛАТЫ ЛЮБАЯ

51931 г. Днепродзержинск, ул. Широкая, 99
тел./ф. (05692) 3-24-29

Мы открыты для делового
сотрудничества

НТЦ «Авиасварка»

постоянно реализует со склада на ул. Фрунзе, 47

Сварочные материалы:

(проводка, электроды, флюс, припой)
для сварки и пайки цветных металлов —
алюминия и меди, чугуна, титана,
конструкционных сталей,
цинкованной стали.

Оборудование:

импортные цифровые аппараты
для дуговой сварки TIG/WIG
(в т. ч. алюминия), а также уникальный
аппарат для очистки сварных швов
пищевых нержавеющих сталей.

Тел./факс (044) 417-1517,
463-7692, 417-2352

ВЫПОЛНЯЕМ

демонтаж оборудования
и резку металлоконструкций
из черных и цветных
металлов.

ЗАКУПАЕМ

(цены договорные):
▷ Лом черных металлов
3А, 5А (в т. ч. вагонными нормами)
▷ Лом цветных металлов

ТЕЛЕФОН:
(044) 220-8639

ЛИЦЕНЗИИ:

ЧМ-96 № 001250,
КМ-96 № 000954

Обмен технологической информацией в целях содействия промышленному развитию страны: проект Программы развития ООН в Украине

В. С. Куцак, заместитель директора ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, заместитель Национального директора Проекта УКР/98/006, **Б. В. Юрлов**, Национальный координатор Проекта УКР/98/006

В адрес редакции журнала «Сварщик» поступили письма с вопросом о логотипе Программы развития ООН (ПРООН), размещенном на второй странице нашего журнала. Редакция совместно с сотрудниками Проекта подготовили специальную информацию о ПРООН и Проекте, который поддерживает журнал «Сварщик».

Начало совместного Проекта «Обмен технологической информацией в Украине для поддержки экономических преобразований» разработанного Национальной Академией наук Украины, Институтом электросварки им. Е. О. Патона, внедренческой организацией «Экотехнология» и ПРООН было заложено в сентябре 1998 года. Проект предусматривал эффективное взаимодействие при решении комплекса задач по обеспечению обменом технической, технологической и научной информацией, содействие внедрению в промышленность новых прогрессивных технологий и научно-исследовательских разработок, распространению в мире научно-технических достижений украинских ученых. В качестве пилотного направления была

выбрана сварка и родственные технологии. Специальный акцент был сделан на ресурсо- и материалосберегающие, экологически безопасные разработки и технологии. Цель Проекта — сотрудничество не только с крупными предприятиями и заводами, но и оказание информационной и консалтинговой помощи средним и малым предприятиям, а одна из главных задач — достижение стабильности и устойчивости результатов.

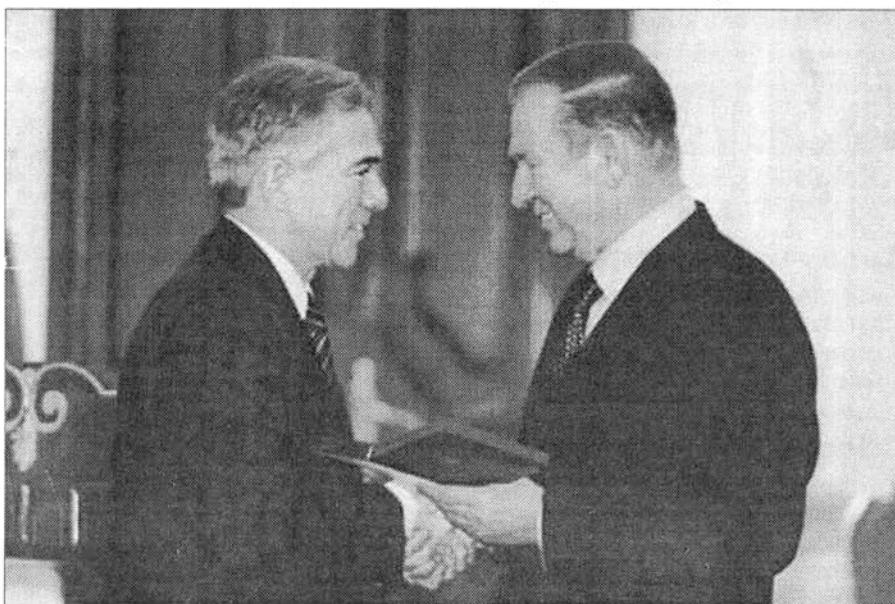
Инициатива Национальной Академии наук Украины, Института электросварки им. Е. О. Патона и внедренческой организации «Экотехнология» по созданию Проекта была поддержана Представительством ПРООН в Украине и главой миссии господином Педро Пабло Вильянуево — Постоян-

ным Представителем ПРООН, Резидентом-Координатором системы ООН в Украине.

Основанная в 1965 году, ПРООН является крупнейшим в мире источником технической помощи, направленным на достижение стабильного развития общества. Это — главная координирующая организация ООН по вопросам развития. ПРООН имеет сеть представительств в 134 странах мира, которая помогает народам более чем 175 стран-членов ООН в создании прочной системы государственного управления, институтов рыночной экономики, а также оказывает поддержку странам, которые пострадали от войн или чрезвычайных ситуаций. Исполнительный совет ПРООН базируется в Нью-Йорке и состоит из 36 представителей развитых и развивающихся стран. Украина является членом Исполнительного совета ПРООН. Управляющий (Администратор) ПРООН имеет статус Заместителя Генерального Секретаря ООН. В отдельных странах, в том числе и в Украине, ПРООН координирует также деятельность других агентств ООН, а Представитель ПРООН одновременно является и Координатором системы ООН в этих странах.

ПРООН имеет ряд собственных программ и проектов по оказанию помощи странам в достижении устойчивого развития, преодоления бедности и построения общества на основе прав человека. 85 процентов сотрудников ПРООН работают в странах, народы которых нуждаются в помощи. Кроме того, ПРООН руководит несколькими специализированными фондами ООН.

Деятельность ПРООН в Украине направлена на развитие и поддержку системы управления, стабильный рост благосостояния населения и защиту окружающей среды.



Президент Украины Л. Д. Кучма вручает Постоянному Представителю ПРООН, Резиденту-Координатору системы ООН в Украине, доктору Педро Пабло Вильянуево орден Украины «За заслуги» II степени

Особое внимание во всех этих программах уделяется человеку. В течение 1999 года по каналам ПРООН в качестве средств технической помощи в Украину поступило более 3,4 млн. долл. США. По решению Исполнительного совета ПРООН, в 2001 году планируется почти в два раза увеличить помочь Украине. По состоянию на конец 1999 года ПРООН поддерживало в Украине 33 проекта.

ПРООН активно проводит политику привлечения дополнительного финансирования разными странами и организациями—донорами. Почти 95 процентов проектов в Украине, благодаря ПРООН, смогли получить дополнительную финансовую поддержку. Мобилизация дополнительных средств для Украины стала возможной благодаря высокопрофессиональной работе главы Представительства, г—на Педро Пабло Вильянуевы, и его сотрудников. Этот пост г—н Вильянуева занимает с 1996 года. Он является кубинским гражданином и как никто разбирается в сегодняшних проблемах нашей страны и путях их решений. После продолжительной работы в Гаванском университете, где он возглавлял кафедру планирования народного хозяйства, был советником правительства Кубы, проф. Вильянуева занимал руководящие посты в специализированном Фонде ООН по вопросам народонаселения. За это время им было создано большое количество книг и журнальных публикаций по вопросам управления и организации труда. Он свободно владеет русским языком, очень хорошо понимает украинский менталитет, увлекается украинским искусством, знает украинские традиции и следует им. Открытость, демократичность, добрый юмор, высокий профессионализм, готовность помочь каждому человеку в отдельности и всей стране в целом — вот черты, которые воплощают этот человек. Поэтому министры, руководители разных государственных и общественных организаций, парламентарии, бизнесмены, ученые подчеркивают, что г—н Вильянуева является настоящим другом Украины. Г—н Вильянуева был неоднократно отмечен знаками отличия различных министерств и ведомств страны, получил грамоту от Правительства Автономной Республики Крым. В январе 2000 года Указом Президента Украины Л. Д. Кучмы г—н Вильянуева был награжден орденом Украины «За заслуги» II степени.

Внедряя в Украине программы проведения экономической, социальной и административной реформ, преодоления бедности, решения тендерных вопросов, профессио-

нальной подготовки безработных, защиты прав потребителей, социальной интеграции и реабилитации депортированных народов, которые возвращаются в Крым, поддержки системы высшего образования в контексте социальных реформ и развития информационных технологий, содействия обмену технологической информацией, улучшения состояния окружающей среды, распространяя концепцию стабильного развития и представляя экспертные политические консультации, ПРООН совместно с международным сообществом обеспечивает стабильное развитие общества на национальном и региональном уровнях, работает во имя будущего.

Почти за два года существования Проекта «Обмен технологической информацией в Украине для поддержки экономических преобразований» много важных задач уже решено, немало их еще предстоит решить. Наверное, многое из запланированного так бы и осталось на бумаге, если бы не личное участие и поддержка президента НАН Украины, директора Института электросварки им. Е. О. Патона академика Бориса Евгеньевича Патона, который с самого начала активно поддержал важное начинание и продолжает лично участвовать в принятии всех стратегических решений по Проекту.

Проект подготовил базу данных «Сварочное производство—Украина», которая включает предприятия и организации Украины всех форм собственности, использующие в технологическом процессе сварку и родственные процессы; коммерческие фирмы, оказывающие услуги на рынке товаров для сварки и родственных процессов; университеты, институты, колледжи, учебные центры, занятые подготовкой и переподготовкой специалистов всех уровней для сварочного производства; информационно—технические периодические издания Украины, России, ближнего и дальнего зарубежья, освещающие проблемы сварки и родственных технологий; производителей сварочных материалов и оборудования в Украине, России, Беларуси, странах Балтии и дальнего зарубежья. Информация в базе данных постоянно обновляется и пополняется. Совместно со специалистами Института электросварки создается современная база технологий, актуальных для предприятий малого и среднего бизнеса.

Проект активно содействует установлению деловых контактов между разработчиками сварочных технологий и производством, налаживанию контактов с предприятиями

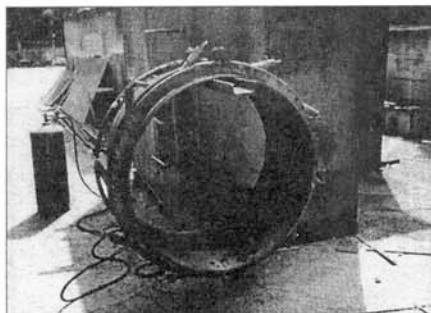
и организациями, изъявившими желание быть членами Информационного центра делового сотрудничества.

Консультации, информационные материалы для всех заинтересованных предприятий и организаций постоянно размещаются на страницах профессионального информационно—технического журнала «Сварщик», который создан и издается при непосредственной поддержке Проекта. Для определения перспективной тематики журнала и роли печатных изданий как носителей технической информации были проведены исследования рынка периодических изданий профессиональной ориентации в Украине. Результаты исследований позволили определить оптимальный тираж (2500–3000 экз.), периодичность (не менее 6 номеров в год), а также актуальные рубрики журнала («Новости техники и технологии», «Наши консультации», «Обмен опытом», «Лидеры в сварочном производстве», «Трибуна главного сварщика»). Активные маркетинговые действия позволили установить хорошие контакты со специалистами сварочного производства Украины, России, Беларуси, стран Балтии, Польши, Словакии, Югославии. Журнал за короткий срок зарекомендовал себя как надежный источник своевременной, практически полезной информации. Число читателей журнала постоянно увеличивается. Журнал «Сварщик» становится постоянным участником специализированных выставок, как национальных, так и международных. Следует отметить, что для главных сварщиков страны журнал постепенно становится местом обсуждения актуальных проблем обеспечения сварочного производства современными материалами, оборудованием и технологиями, подготовки и аттестации персонала и производства.

Опыт издания журнала «Сварщик» позволил выбрать актуальные темы для подготовки информационно—справочных изданий. При содействии Проекта вышли из печати информационно—аналитический сборник «СВЭСТА—98», справочные пособия «Интернет для специалистов в области сварки и смежных технологий», «Механизированная электродуговая наплавка деталей металлургического оборудования», «Новые средства защиты от сварочных аэрозолей». На основании отзывов и пожеланий специалистов готовится к изданию серия информационных

(Окончание на стр. 21)

НОВОСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ



УСТАНОВКА ДЛЯ НАГРЕВА СТЫКОВ ТРУБ

Строительство и ремонт магистральных трубопроводов связаны с большим объемом сварочных работ. Основная задача технологии сварки заключается в том, чтобы получить сварное соединение, обеспечивающее одинаковые с основным металлом труб работоспособность и надежность в условиях строительства и эксплуатации трубопровода.

При сварке труб с нормативным временем сопротивлению разрыву выше 539 МПа (55 кгс/мм²) ведомственными строительными нормами регламентируется предварительный подогрев. Температуру подогрева выбирают в зависимости от углеродного эквивалента металла труб и температуры окружающей среды.

Подогрев торцов труб и участков, прилегающих к ним, осуществляют с помощью

кольцевых нагревателей непосредственно перед прихваткой и сваркой.

Завод автогенного оборудования «Донмет» разработал и освоил производство установки УК-530 для нагрева стыков труб перед сваркой.

Установка кольцевого типа предназначена для нагрева до 300 °C торца стальных труб перед сваркой. В состав установки входят рама, газовый кран и десять газовоздушных горелок типа ГВ-1. Рама выполнена из двух полукольцевых секторов, которые могут вращаться относительно соединяющих их шарниров. Каждый сектор имеет пять горелок, установленных под углом к нагреваемой поверхности. По медным трубкам горючий газ из ресивера поступает к горелкам. В качестве горючего газа используется пропан-бутан (или природный газ). Для уменьшения потерь теплоты во время работы на раме установлены металлические шторы, образующие кольцевой туннель по периметру нагреваемого торца трубы.

Перед началом работы установку монтируют на трубе так, чтобы горелки находились напротив нагреваемого стыка. Открывают газовый кран и зажигают газовую смесь. Доводят температуру трубы до заданной. Контроль над температурой осуществляют с помощью термокарандашей. После завершения нагрева трубы установку

сдвигают по трубе в сторону от стыка.

Техническая характеристика:

Диаметр свариваемых труб, мм.....530–1420

Давление газа, МПа:

пропан–бутана.....0,1–0,15

природного газа.....0,1–0,15

Расход газа, м³/ч:

пропан–бутана.....5–6

природного газа.....8,5–11,0

Время нагрева

до температуры 350 °C, мин.....3–5

Масса, кг.....17

B. A. Сергиенко. ■ #37

АЦЕТИЛЕНОВЫЙ ГЕНЕРАТОР

Киевским заводом «Генератор» ПО «Оката» освоено производство ацетиленового генератора типа АСП-10, предназначенного для получения газообразного ацетилена из карбида кальция. По способу взаимодействия карбида кальция с водой генератор относится к типу «К» (контактный). В процессе подготовки производства создан комплекс специализированного оборудования для контроля качества выпускаемых узлов и корпусов генераторов. Дополнительные исследования позволили доработать конструкцию сухого затвора и исключить вероятность попадания пламени обратного удара в рабочую полость генератора. Генератор сертифицирован в системе УкрСЕПРО.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

Государственное предприятие «Завод цветотрон» научно–производственного объединения «Интеграл» совместно с фирмой PKI (Германия) разработало и освоило производство серии малогабаритных переносных трансформаторов МСТ-140 для руч-

ной дуговой сварки конструкций из углеродистых сталей. Питание трансформаторов возможно от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В±10% частотой 50 Гц±2%.

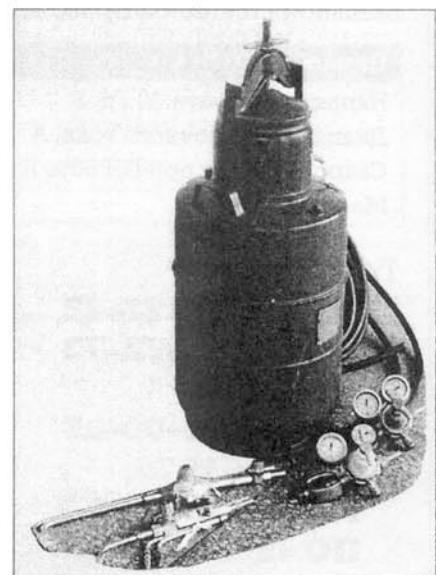
Трансформатор имеет световую индикацию контроля нагрева обмоток.

A. M. Жак,

ГП «Завод Цветотрон». ■ #38

Технические характеристики:

| | MСТ-125 | MСТ-140 |
|--|------------------|-----------------------|
| Значение ступеней регулирования сварки, А..... | 60, 80, 125..... | 60, 85, 100, 125, 140 |
| Потребляемая мощность, кВт..... | 3,20..... | 3,25 |
| Номинальный режим ПН, %. | 35..... | 35 |
| Напряжение холостого хода, В, не более | 55..... | 56 |
| Габаритные размеры, мм | 430×180×270..... | 430×180×270 |
| Масса, кг, не более | 21..... | 21 |



Техническая характеристика:

| | |
|---|------------------|
| <i>Номинальная производительность (при температуре 20 °С и нормальном давлении), м³/ч.....</i> | <i>1,5</i> |
| <i>Рабочее давление, МПа</i> | <i>0,02–0,15</i> |
| <i>Допускаемая (единовременная) загрузка карбида кальция, кг, не более</i> | <i>3,0</i> |
| <i>Допускаемый максимальный размер кусков карбида кальция, мм</i> | <i>25×80</i> |
| <i>Масса генератора (без карбида и воды), кг</i> | <i>16,5</i> |

C. M. Федяев,

Киевский завод «Генератор». ■ #39

ГАЗОКИСЛОРОДНЫЙ РЕЗАК

ООО «Родат» разработало и освоило изготавление универсального резака для ручной резки металла толщиной до 200 мм. Применение оригинальной конструкции режущей головки, запатентованной в Республике Беларусь, позволило достичь ряд преимуществ нового резака в сравнении с традиционными:

- при выполнении резки кислородом низкого давления обеспечивается уменьшение ширины реза и сокращается расход кислорода до 60%;
- при установке наконечника обеспечивается самоцентрирование внутреннего мундштука,

а размещение смесительной камеры у режущей головки исключает обратные удары.

При использовании нового резака достигается высокое качество реза, грат практически отсутствует. Резку можно вести на большой длине пламени (до 50 мм), при этом процесс резки стабилен и качество реза хорошее.

Резак технологичен при обслуживании (таблица), позволяет выполнить резку пакетов из тонкого листа без применения прижимных устройств. Масса резака — 0,85 кг, габаритные размеры, мм — 450×100×70.

B. H. Навроцкий. ■ #40**Таблица. Техническая характеристика универсального газового резака**

| Параметр | Исполнение | | | | | | | | A | | | | M | | | |
|---|-------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------------|------------------|------------------|---------------|---|--|--|--|
| | П | | | | | | | | A | | | | M | | | |
| Номер внутреннего мундштука | 1П | 2П | 3П | 4П | 1А | 2А | 3А | 4А | 1М | 2М | 3М | 4М | | | | |
| Номер наружного мундштука | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| Толщина разрезаемой стали, мм | 2–40 | 40–80 | 80–20 | 120–200 | 2–40 | 40–80 | 80–120 | 120–200 | 2–40 | 40–80 | 80–120 | 120–200 | | | | |
| Давление на входе в резак кислорода, МПа (кгс/см ²) | 0 от 0,08 (0,8) | 0,2–0,3 (2–3) | 0,3–0,4 (3–4) | До 0,4 (4) | 0 от 0,08 (0,8) | 0,2–0,3 (2–3) | 0,3–0,4 (3–4) | До 0,4 (4) | 0 от (0,08) | 0,2–0,3 (2–3) | 0,3–0,4 (3–4) | До 0,4 (4) | | | | |
| Давление на входе в резак ацетилена, МПа (кгс/см ²) | — | | | | 0,003 (0,03)–0,12 (1,2) | | | | — | | | | | | | |
| Давление на входе в резак пропан–бутана, природного газа, МАФ, МПа (кгс/см ²) | 0,001 (0,01)–0,15 (1,5) | | | | — | | | | 0,001 (0,01)–0,15 (1,5) | | | | | | | |
| Расход кислорода, м ³ /ч | 1,5 | 4 | 10 | 13 | 1 | 3 | 7,5 | 10 | 1,2 | 3,3 | 8,1 | 11,5 | | | | |
| Расход ацетилена, м ³ /ч | — | — | — | — | 0,3 | 0,45 | 0,7 | 0,9 | — | — | — | — | | | | |
| Расход пропан–бутана или МАФ, м ³ /ч | 0,2 | 0,3 | 0,45 | 0,6 | — | — | — | — | 0,17 | 0,25 | 0,38 | 0,50 | | | | |
| Расход природного газа, м ³ /ч | 0,4 | 0,6 | 1 | 1,4 | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| Уровень звука, дБ-А, не более | 75 | | | | 75 | | | | 75 | | | | | | | |

(Окончание. Начало на стр. 17)

материалов по нормированию расхода материала и электрической энергии при различных способах сварки. Готовятся к изданию справочные пособия «Сварка полимерных труб», «Сварка в строительстве», «Термическая обработка сварных соединений» и др.

В течение 1998–1999 гг. были проведены презентации информационных материалов, подготовленных в рамках Проекта, на выставках: «Приволока / Трубы / Металлический лист–99» (Москва), 24–27 февраля 1999 г.; «Киевмаш–99» (Киев), 2–5 марта 1999 г.; «Металлообработка–99» (Минск), 25–28 марта 1999 г.; «Сварка. Электротермия–99» (С.-Петербург), 25–30 апреля 1999 г.; «Судостроение» (Николаев), 18–20 мая 1999 г.; «Сварка и резка» (Минск), 25–28 мая 1999 г.; «Сварка–99» (Нижний Новгород), 8–11 июня 1999 г.; «Металлургия–99» (Запорожье), 1–3 сентября

1999 г.; «Металл–Экспо–99» (Москва), 23–26 ноября 1999 г. Во время проведения выставок был собран обширный информационный материал о достижениях предприятий и организаций стран СНГ в области сварки и родственных технологий. Наиболее интересные материалы были опубликованы в журнале «Сварщик».

Участие в выставках позволило установить деловые контакты с представителями Московской региональной ассоциации сварщиков, Институтом сварки России и Российской научно-техническим обществом сварщиков, Научно-исследовательским институтом сварки и защитных покрытий Беларуси и Ассоциацией сварщиков Беларуси, Волго-Вятским региональным информационным центром. Достигнуты договоренности об обмене технической информацией, распространении достижений сварщиков Украины в промышленно развитых регионах России, Беларуси, других странах СНГ, а также Европы.

Подписание в 1999 году с Международной Организацией ООН по индустриальному развитию (UNIDO) дополнительного модуля «Коммерциализация научно-технических разработок путем установления сотрудничества между украинскими научными учреждениями и иностранными партнерами» несомненно должно подтвердить правильность выбранных приоритетов Проекта и содействовать продвижению новейших отечественных разработок в области сварки и родственных технологий на мировой рынок. Уже в ближайшее время планируется официальное открытие Информационного центра делового сотрудничества, который, по мнению специалистов, займет достойное место в сети Международных индустриальных центров ООН (UNIDO).

Сотрудники Проекта и Информационного центра делового сотрудничества будут рады Вашим письмам и приглашают к участию в дальнейших мероприятиях в рамках Проекта. ■ #36

НАШИ КОНСУЛЬТАЦИИ

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) 261-0839.

При ремонте надстройки шагающего экскаватора ЭШ-15/90 стали перед выбором: заварить возникшую трещину в верхнем поясе или поставить очередную накладку из более толстого металла. Таких накладок ранее было поставлено три, в одной из них уже развивается трещина. Надстройка представляет собой двутавровую балку из стали 10ХСНД с толщиной элементов 20 мм, длиной до 6 м, высотой до 1000 мм, с шириной полки до 600 мм. Посоветуйте, как

эффективно выполнить ремонт надстройки с минимальным риском разрушения и наименьшими затратами?

В. К. Филатов, Нарва

Эффективно выполнить ремонт надстройки можно с помощью вварки вставки в верхний пояс. Для этого необходимо удалить продольный связующий шов в месте приварки верхнего пояса (полки) к стенке совместно с полкой на длине, превышающей размер дефектного участка на 800–1000 мм на сторону (рис. 1, а, б). Затем для снижения жесткости заделки следует прорезать соединительный шов еще на 400 мм с каждой стороны (рис. 1, в).

Для вставки следует использовать сталь 10ХСНД толщиной 20 мм. Свободные кромки вставки должны быть обработаны механическим способом до размера, равного ширине полки, а свариваемые кромки — в соответствии с ГОСТ 5264. Сварку следует выполнять электродами УОНИ-13/55. Для сварки корневых швов необходимо применять электроды диаметром 3 мм, а для заполняющих и облицовочных швов — диаметром 4 мм. Последовательность выполнения швов указана на рис. 1, г.

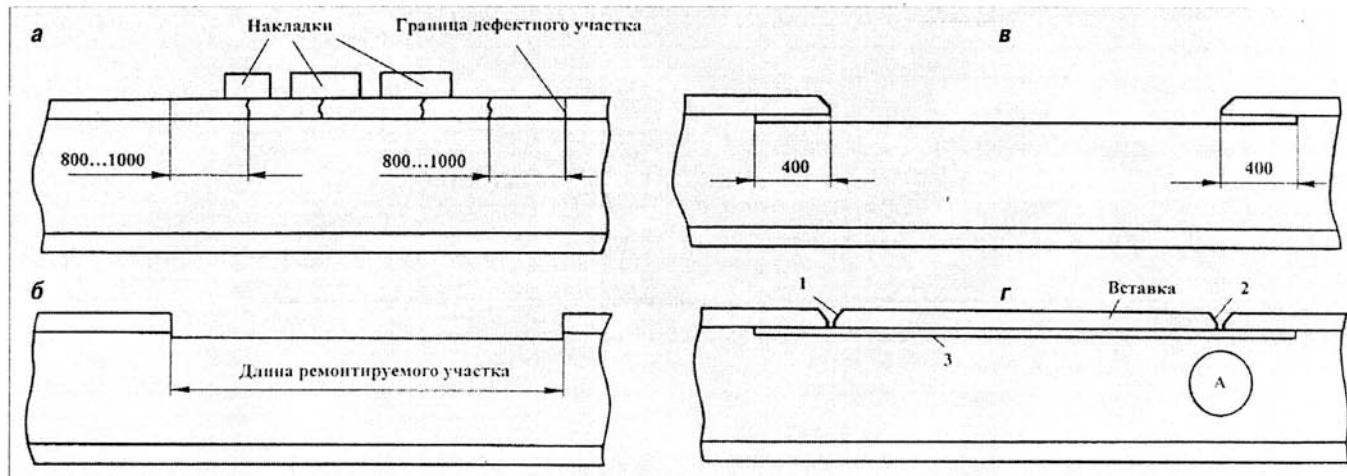
Перед наложением шва 2 рекомендуется нагреть стенку газовым пламенем в месте А до температуры 220–250 °С. Швы 1 и 2 выполняют на выводных планках, которые затем аккуратно срезают газовым пламенем или отрезным камнем, а места их крепления и выход шва зачищают абразивным инструментом.

В условиях нашего РТП зачастую приходится выполнять ремонт деталей с использованием газосварки. Проблемы с качеством швов появляются при ремонте валов, осей, шестерин и подобных деталей из средне- и высокоуглеродистых сталей. Посоветуйте, как сваривать такие стали с обеспечением гарантированной работоспособности сварных соединений.

П. И. Ивашко, Драбов

Средне- и высокоуглеродистые стали (с содержанием углерода 0,25–0,6%) обладают свойством закаливаться после нагрева и быстрого охлаждения. Поэтому для получения доброкачественного сварного соединения детали следует перед сваркой предварительно нагревать. При общем нагреве в печи температура должна составлять 300–400 °С, а при местном — 650–700 °С. В качестве присадочного материала необходимо использовать проволоку марок Св-08ГА или Св-08ГС. Диаметр присадки выбирают в зависимости от толщины свариваемых элементов деталей (в основном это диаметр 2–4 мм).

Для сварки сталей с содержанием углерода более 0,4% требуется флюс — бура прокаленная. Сварочное пламя должно быть слегка науглероживающим ($\beta=0.9\ldots1.0$). При правом способе сварки, который рекомендуют для таких целей, удельная мощность пламени должна быть в пределах 75–90 л/ч на 1 мм. Сварку желательно проводить при



положительной температуре окружающей среды. После сварки изделие подвергают отпуску при температуре 600–650 °C с выдержкой в печи из расчета 2–3 мин на 1 мм толщины с последующим охлаждением до 300 °C в печи, далее на воздухе.

Какие наплавочные материалы следует применить, чтобы решить задачу восстановления геометрических размеров и создания износостойкой поверхности на опорных кольцах диаметром 425 мм из стали 50ХНМ. Исходя из наших возможностей это должны быть электроды для ручной дуговой сварки, так как располагаем мы лишь выпрямителями ВД-306?

В. А. Лаврик, Бровары

С учетом имеющегося сварочного оборудования и задач наплавки рекомендуем использовать электроды марки ЭН-60М.

Условное обозначение электродов марки ЭН-60М:

Э-70Х3СМНТ-ЭН-60М-Ø-НД

Е-650/56-(1,2)-Б40

ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75

Электроды ЭН-60М с основным покрытием предназначены для наплавки штампового инструмента из сталей марок У8, 45, 5ХМТ, 7Х3 и других, работающего при температуре до 400 °C, а также быстроизнашивающихся деталей станочного оборудования (направляющих, эксцентриков, шестерен

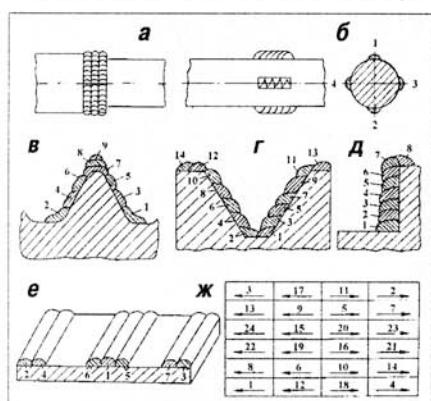


Рис. 1. Порядок (обозначен цифрами) наложения швов при наплавке: а – вала по спирали; б – вала участками; в – зуба; г – впадины; д – вертикальной плоскости широким валиком; е – малых участков на плоскости; ж – большого участка плоскости

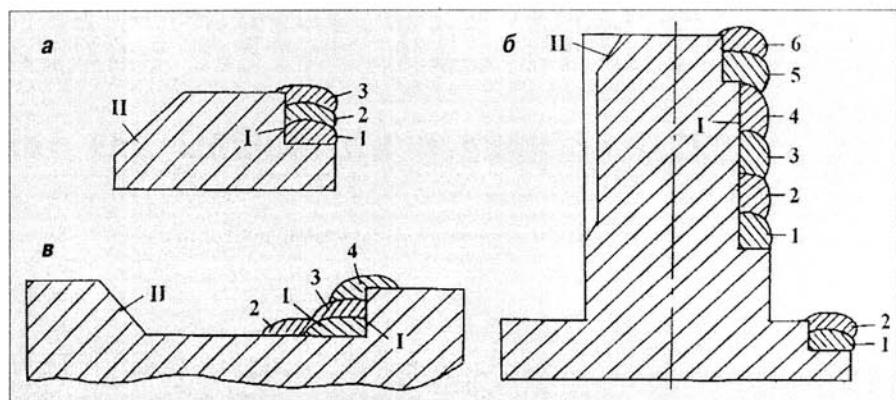


Рис. 2. Подготовка (обозначена цифрами) кромок для наплавки штампов: I – правильно; II – неправильно; а – режущие кромки; б – поверхность пресс-штампа; в – поверхность паза или ручья

и др.). Пригодны для наплавки в нижнем и полувертикальном положениях на постоянном токе обратной полярности.

Диаметр выпускаемых электродов, мм: 2,5; 3,0; 4,0; 5,0. Химический состав наплавленного металла (массовая доля, %): 0,5–0,9 С; 0,8–1,2 Si; 0,4–1,0 Mn; 0,3–0,7 Mo; 2,3–3,2 Cr; ≤0,3 Ti; ≤0,03 S; ≤0,035 P.

Характеристики плавления электродов: производительность наплавки (для диаметра 4 мм) — 8,5 г/(А·ч); 1,1 кг/ч; расход электродов на 1 кг наплавленного металла — 1,8 кг.

Наплавленный металл обеспечивает повышение износостойкости в 1,5–3 раза. Сопротивление ударам удовлетворительное. Непосредственно после наплавки поверхность обрабатывается абразивным инструментом. После отжига возможна обработка режущим инструментом. Твердость наплавленного металла в исходном состоянии и после термической обработки (закалка с 790–900 °C, отпуск при 300 °C, выдержка 1 ч) составляет 52–60 HRC₃; после отжига при температуре 740–860 °C, выдержке в течение 2 ч, охлаждении с печью твердость снижается до 24–26 HRC₃. Твердость восстанавливается после закалки с отпуском.

Режимы наплавки:

| Диаметр электрода, мм | Сила тока, А |
|-----------------------|--------------|
| 2,5 | 60–75 |
| 3,0 | 80–100 |
| 4,0 | 110–140 |
| 5,0 | 140–180 |

Технологические особенности наплавки:

- при наплавке деталей из стали с содержанием углерода более 0,3% обязательно предварительный подогрев до 300–400 °C;

■ наплавку на конструкционные и инструментальные стали производят в 2–5 слоев толщиной до 10 мм или ванным способом высотой до 50 мм;

■ наплавку производят короткой дугой.

Во избежание коробления соблюдают технологические приемы, приведенные на рис. 1.

Некоторые способы подготовки кромок приведены на рис. 2. Для получения режущих кромок с минимальной последующей обработкой рекомендуют применять формирующие пластины, изготовленные из меди, графита или огнеупорных материалов.

**На вопросы отвечал
канд. техн. наук Ю. В. Демченко**

Может ли человек, носящий корригирующие очки, работать сварщиком?

**А. И. Воробьев, главный сварщик
Вольногорского горно-
металлургического комбината
(Вольногорск)**

В принципе выполнение сварочных работ в корригирующих очках допустимо, если ношение их не мешает использованию необходимых индивидуальных средств защиты органов дыхания и зрения, а также выполнению его функциональных обязанностей.

В идеальном варианте можно изготавливать средства индивидуальной защиты с учетом необходимой коррекции зрения для конкретного сварщика. Такие средства разработаны и их можно приобрести.

**На вопрос ответили
В. Г. Мартиросова, ст. н. с.,
И. П. Лубянова,
главный профпатолог Института
медицины труда АМН Украины.**

Термическая обработка сварных соединений

2. Способы нагрева и материалы для термообработки

П. М. Корольков, ОАО «ВНИИ Монтажспецстрой» (Москва)

При проведении местной термообработки сварных соединений технологических трубопроводов и оборудования применяют следующие способы нагрева:

- радиационный;
- индукционный (токами промышленной частоты 50 Гц и средней частоты 1000–2500 Гц);
- комбинированный;
- термохимический.

При выборе способа нагрева следует учитывать необходимость получения возможно минимального перепада температуры по толщине стенки трубы или корпусной конструкции, а также обеспечения равномерности нагрева по всей длине сварного соединения.

Сущность радиационного способа нагрева заключается в передаче теплоты от источника нагрева к нагреваемому изделию излучением через теплоноситель, которым является нагретый воздух.

В электронагревателях сопротивления теплота выделяется в нагревательном элементе (лента или проволока с высоким электросопротивлением) в момент прохождения по нему электрического тока (рис. 1, а).

Небольшой расход электроэнергии (в цепи нагревателя практически отсутствует реактивная мощность), возможность дистанционного управления и автоматизации процесса термообработки, проведения группового нагрева (одновременно нескольких сварных соединений труб от одного источника питания) и нагрева сварных соединений до температуры нормализации или austенитации (более 900 °C) являются преимуществами этого способа нагрева.

К недостаткам необходимо отнести неравномерность нагрева трубы или корпусной конструкции как по толщине стенки, так и по периметру (окружности) сварного соединения. Перепад температуры по толщине стенки обычно составляет 1 °C/мм этой толщины. Разница температуры по периметру нагреваемого вертикального сварного соединения может достигать 100 °C. Снижение перепада температуры по толщине стенки и равномерность нагрева по периметру сварного соединения осуществляют при помощи специальных технологических приемов.

Газопламенный нагрев заключается в подводе теплоты, выделяющейся при сгора-

нии газовой смеси, к внешней стороне трубы или корпусной конструкции (рис. 1, б).

В качестве горючего газа применяют ацетилен, пропан-бутановую смесь, природный газ, к которым добавляют кислород или воздух. Места обработки трубопроводов нагревают однопламенными универсальными ацетиленокислородными горелками или кольцевыми многопламенными горелками. Основным достоинством способа является маневренность, т. е. возможность термообработки труднодоступных сварных соединений, а также возможность проведения термообработки при отсутствии электроэнергии. Однако присущие способу недостатки препятствуют его широкому применению. Односторонний подвод теплоты с внешней стороны трубы может вызвать значительный перепад температуры по толщине стенки, превышающий 1 °C/мм толщины стенки трубы. К недостаткам относится также соприкосновение газового пламени с трубой, что приводит к окислению ее поверхности (сгоранию поверхностного слоя металла). Процесс газопламенной термообработки трудно поддается автоматизации и дистанционному

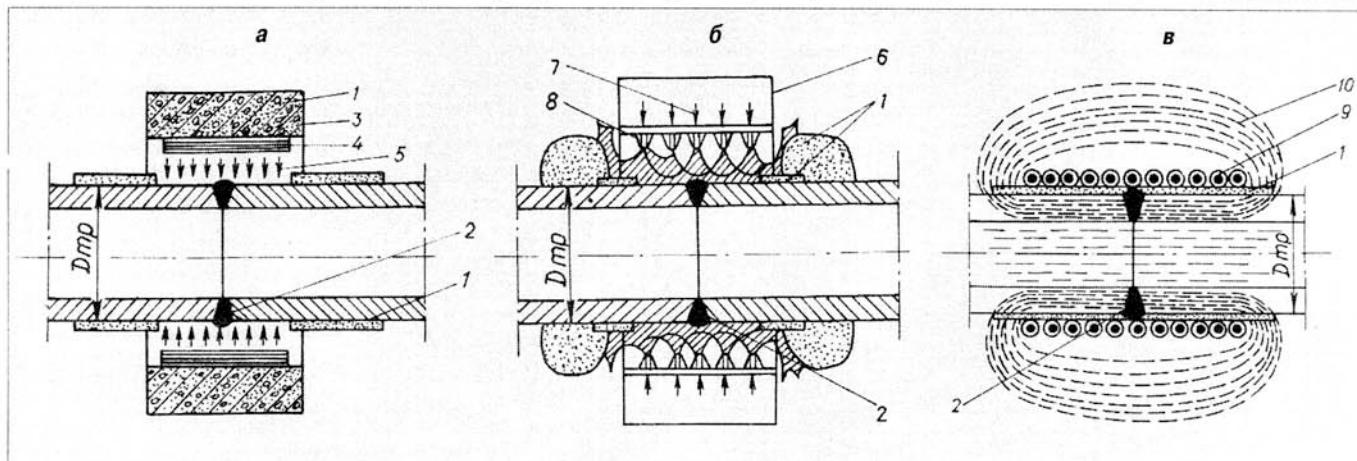


Рис. 1. Схема нагрева сварных соединений трубопроводов при местной термообработке: электронагревателем сопротивления (а); газопламенным нагревом (б); индукционным методом (в); 1 – теплоизоляция; 2 – сварной шов; 3 – корпус электронагревателя; 4 – нагревательный элемент; 5 – тепловой поток; 6 – корпус кольцевой горелки; 7 – горючий газ; 8 – пламя; 9 – индуктор; 10 – магнитный поток

Таблица 1. Проволоки и ленты из сплавов с высоким электрическим сопротивлением

| Марка сплава | Рабочая температура нагревательного элемента, °С | | Размеры ленты, мм | | Диаметр проволоки, мм |
|--------------|--|-------------|-------------------|--------|-----------------------|
| | пределная | оптимальная | толщина | ширина | |
| X15H60 | 1000 | 950 | | | 0,3–7,5 |
| X15H60–Н | 1120 | 1050 | | | 0,1–7,5 |
| X20H80 | 1100 | 1050 | | | 3,2–7,5 |
| X20H80–Н | 1175 | 1125 | 0,1–3,3 | 6–250 | 0,1–7,5 |
| X23Ю5Т | 1400 | 1350 | | | 0,3–7,5 |
| X27Ю5Т | 1350 | 1300 | | | 0,5–6,0 |

ния дистанционного ручного или автоматического регулирования процесса нагрева, проведения групповой термообработки.

При объемной термообработке корпусных конструкций используют главным образом газопламенный нагрев от специально разработанного для этих целей передвижного оборудования.

Полную термическую обработку отдельных сварных узлов трубопроводов выполняют в стационарных термических печах или индукционным нагревом с помощью перемещающихся индукторов.

При термохимическом способе нагрева теплоты, необходимая для термообработки, образуется при горении пакетов из экзотермических смесей, устанавливаемых на сварное соединение. Эти смеси, в состав которых входят оксиды алюминия, соединения серы и фосфора, дают при горении большое количество теплоты. Основные преимущества термохимического способа нагрева — возможность проведения термообработки без применения электроэнергии и горючих газов и простота процесса. Однако этот способ имеет значительные недостатки: невозможность проведения контроля температуры нагрева и применения ручного или автоматического регулирования процесса нагрева, значительный перепад температуры по толщине стенки трубы.

При термообработке сварных соединений используют следующие материалы: проволоку и ленты с высоким электрическим сопротивлением, керамические нагревательные изоляторы серии ИКН, электрические кабели и провода, горючие газы и жидкости, а также теплоизоляционные материалы.

Для изготовления гибких воздухоохлаждаемых индукторов применяют оголенный медный многожильный провод типов М, МГ и МГЭ сечением 35–70 мм² (для индукционного нагрева 1000–2500 Гц) и 95–240 мм² (для индукционного нагрева

50 Гц). Предпочтение следует отдать проводам типа МГ, поскольку они более гибкие: диаметр отдельных проволок 0,58–0,85 мм, тогда как у проводов типа М и МГЭ диаметр отдельных проволок равен 2,13–3,15 мм.

Для изготовления нагревательных элементов в электронагревателях сопротивления ГЭН, комбинированного действия КЭН и других обычно используют проволоку с высоким электрическим сопротивлением (нихром) диаметром 3,6 мм (допускается 3,5–4 мм) из сплавов марок X20H80–Н, X20H80, X15H60–Н или X15H60, имеющую высокую температуростойкость и способность многократно выдерживать изгибающие нагрузки (табл. 1). При выборе марки никромового сплава предпочтение следует отдавать марке X20H80–Н с хорошей гибкостью и высокой рабочей температурой. Допустимо также применение проволоки типа фехраль с алюминием и титаном (X23Ю5Т, X27Ю5Т). Проволоку из сплавов типа фехраль без добавки титана (X23Ю5 и X15Ю5) для гибких электронагревателей применять не рекомендуется в связи с ее быстрым охрупчиванием в процессе эксплуатации.

Ленту с высоким омическим сопротивлением тех же марок, что и проволоку, используют для изготовления муфельных (жестких) электронагревателей.

Для электронагревателей ГЭН и КЭН применяют керамические изоляторы серии ИКН (ИКН–202У2, ИКН–302У2, ИКН–402У2 и ИКН–702У2). Изоляторы изготавливают из керамического материала ВК94. Они имеют хорошую теплопроводность, температуростойкость и механическую прочность. Изоляторы выдерживают 200 теплосмен при напряжении до 250 В в интервале температур от +1150 °С до –70 °С для ИКН–202У2, ИКН–302У2 и ИКН–402У2 и от +500 °С до –70 °С для ИКН–702У2. Гарантийный срок работы изоляторов 155 теплосмен. Изоляторы серии ИКН выпускает завод «Электроконденсатор» (Белая Церковь, Киевская обл.).

Термическая обработка сварных соединений

2. Способы нагрева и материалы для термообработки

Таблица 2. Характеристика теплоизоляционных материалов

| Материал | Максимальная рабочая температура, °С |
|---|--------------------------------------|
| Асбестовые материалы | |
| <i>Ткани (толщина, мм):</i> | |
| AT-4 (3,1) | 400 |
| AT-7 (2,4) | 450 |
| AT-8 (3,3) | 450 |
| AT-13 (4,4) | 400 |
| ACT-1 (1,8) | 500 |
| Картон КАОН-1, КАОН-2, КАП толщиной 1,3–6 мм | 400 |
| Шнуры ШАОН, ШАП, ШАГ диаметром 5–25 мм | 400 |
| Кремнеземные материалы | |
| <i>Ткани (толщина, мм):</i> | |
| KT-11 | 1000 |
| KT-11-TO | 1000 |
| KT-11-TO-PX | 1200 |
| KT-11-C8/3-TO-PX | 1200 |
| <i>Нити:</i> | |
| K-11-C6-180-13 | 1000 |
| K-11-C6-250-БА | 1000 |
| <i>Резаные волокна</i> | |
| <i>Вата:</i> | |
| BKB 1 и 2 сорта | 1000 |
| BKB-50, BKB-54, BKB-150 | 1200 |
| Рулонный материал ВКР-150 | 1000 |
| Иглопробивное полотно ИПП-КВ толщиной 5–25 мм | 1000 |
| <i>Маты:</i> | |
| высокотемпературные МВТ | 1000 |
| базальтовые прошивные | 700 |
| базальтовый холст БСТВ | 700 |

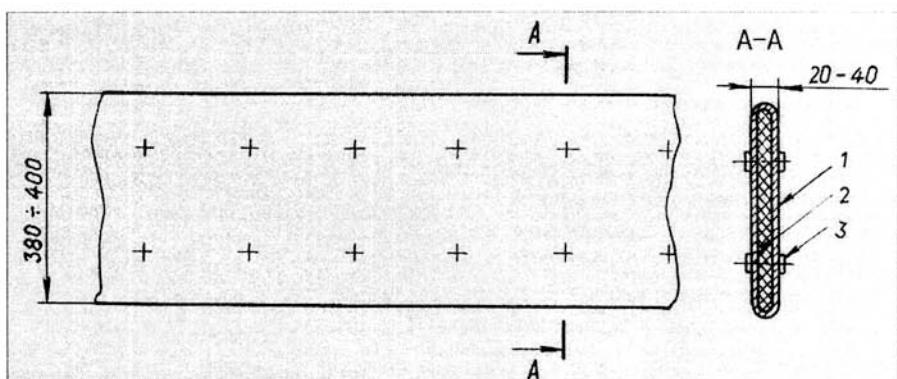


Рис. 2. Высокотемпературный мат МВТ:

1 – оболочка из кремнеземной ткани КТ-11; 2 – рулонный материал ВКР-150; 3 – пуговица из кремнеземной ткани КТ-11

Подключение электронагревателей к источникам питания обеспечивается с помощью медных электрических кабелей и проводов марок КГ, КОГ1, КОГ2, КРПТ и др. Не рекомендуется для этих целей использовать алюминиевые кабели и провода вследствие их низкой электропроводности, недостаточной механической прочности и гибкости. При выбореоперечного сечения медных кабелей и проводов следует исходить из допустимой плотности тока 5 А/мм² для кабелей и проводов в резиновой оболочке и 4 А/мм² для кабелей и проводов с хлопчатобумажным покрытием.

Для газопламенного нагрева применяют ацетилен, природный газ, пропан, бутан, пропан–бутановые смеси и керосин. Чаще используют ацетилен, а также газозаменители ацетилена (пропан, бутан и пропан–бутановые смеси), стоимость которых значительно ниже стоимости ацетилена. Однако по условиям обеспечения безопасности работы в отдельных случаях допускают применение только ацетилена, например при работе в закрытых каналах и емкостях.

Для теплоизоляции нагреваемых сварных изделий при термообработке служат асbestosовые материалы: ткань марок ACT-1, AT-7, AT-8, картон КАОН-1, КАОН-2 и др. (табл. 2). Следует отметить, что срок службы asbestosовых материалов ограничен и составляет два–три цикла нагрева для ткани и один цикл для картона и шнура.

Последние годы в зарубежной практике широко применяют для теплоизоляции высокотемпературные кремнеземные материалы: стеклоткани типа КТ-11, КТ-11-TO, волокна ВКВ, KB-11 и др. Наиболее рационально использование этих материалов в виде матов с покрытием из ткани с внутренней набивкой из волокна. Хорошо зарекомендовали себя при термообработке электронагревателями типов ГЭН и КЭН высокотемпературные маты МВТ, изготавливаемые из ткани КГ-11 TO или КТ-11, рулонного материала ВКР-150 или ваты ВКВ. Маты прошивают кремнеземной нитью К-11 с пуговицами (рис. 2). Выпускают МВТ длиной до 20 м (обычно 5 м), шириной 380–400 мм и толщиной 20–40 мм, а также базальтовые прошивные маты длиной 5,2 м (см. табл. 2).

Для лучшей сохранности этих матов рекомендуют электронагреватели предварительно покрывать слоем asbestosовой или стеклянной ткани, что предохраняет оболочку матов от преждевременного разрушения и увеличивает срок их службы.

При термообработке по режиму austенизации с нагревом до 1100–1150 °С целесообразно применять жесткие теплоизоляционные кожухи, корпус которых выполнен из тонких листов нержавеющей стали с набивкой из кремнеземного волокна. Срок службы этих кожухов достигает 50 циклов нагрева и более. ■ #41

**Рукава напорно-всасывающие
КЩ, Ш, Б, В, ВГ Ø 20–100 мм
Тел.: (044) 220-8515, 227-8832**

Газовая наплавка

И. А. Рябцев, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

При газовой наплавке для нагрева основного и наплавляемого металлов используют теплоту, выделяемую при горении смеси ацетилена или его заменителей и кислорода. Газовое пламя — наименее интенсивный источник нагрева, поэтому его применение обуславливает большую, чем в других случаях, зону термического влияния. Испарения металла при использовании этого источника нагрева нет. Особенностью процесса является возможность получения малой доли основного металла в наплавленном (5–10%), что связано с отсутствием значительного давления струи газа на поверхность ванны. Давление потока газа оценивается прямо пропорционально квадрату количества газа, истекающего из сопла в секунду, и его плотности и обратно пропорционально расстоянию от среза сопла до поверхности ванны. Эта объективная зависимость позволяет оператору легко управлять процессом.

Кроме малого проплавления, газовая наплавка имеет и другие преимущества: универсальность и гибкость технологии; возможность наплавки тонких слоев; пониженную опасность возникновения трещин, поскольку процесс наплавки легко совмещается с предварительным подогревом; низкую стоимость наплавочного оборудования. Недостатки газовой наплавки — низкая производительность процесса; нестабильность качества наплавленного слоя, зависящая от квалификации наплавщика.

Горючее, применяемое для газовой наплавки (сварки) — углеводороды или их смеси с другими газами (C_2H_2 ; CH_4 ; C_3H_8 ; $C_{10}H_8$ и др.), водород или пары бензина и керосина. При их сгорании образуется высокотемпературное пламя и выделяется значительное количество теплоты.

Скорость потока исходной горючей смеси устанавливают такой, чтобы при зажигании и горении пламя не могло проникнуть внутрь канала мундштука (скорость потока мала) или оторваться от сопла мундштука (скорость потока слишком велика). При сварке и наплавке объем кислорода, подаваемый в смесь, меньше, чем необходимо для полно-

го сгорания. Догорание газов происходит за счет кислорода воздуха, вследствие этого пламя в различных частях факела неоднородно по теплофизическим параметрам.

Строение пламени всех углеводородных газов в смеси с кислородом принципиально одинаково и определяется в основном соотношением кислорода и горючих газов в смеси: $\beta_0 = O_2/C_xH_y$.

По соотношению газов (составу горючей смеси) сварочное газовое пламя подразделяют на нейтральное, окислительное и восстановительное или науглероживающее. Для нейтрального пламени соотношение газов $\beta_0 = 1$. Нейтральное пламя (рис. 1, а) имеет ярко выраженный плавно очерченный конус (ядро). Внутри конуса состоит из горючего и кислорода. При касании этой частью пламени наплавляемого металла последний интенсивно окисляется. На расстоянии 2–3 мм от конца конуса развивается максимальная температура (для ацетилено-кислородного пламени 3150 °С, для других газов — несколько ниже). Средняя зона состоит из CO и H_2 , которые, взаимодействуя с оксидами металлов, их восстанавливают. Основная часть факела пламени представляет собой смесь газов типа CO_2 , H_2O , N_2 и др. Эта зона имеет окислительный характер и сравнительно низкую температуру.

Окислительное пламя (рис. 1, б) образуется при подаче в горелку избыточного количества кислорода. При таком соотношении газов средняя зона имеет окислительный характер воздействия на металл, поскольку в ней появляются O_2 и CO_2 . При этом размеры конуса и факела пламени сокращаются, пламя приобретает фиолетовую окраску.

При избытке горючего (восстановительное пламя) конус имеет те же свойства, что и нейтральное пламя, но из-за недостатка кислорода реакция окисления в ядре замедляется, сильнее проявляется процесс пирогенного разложения горючего на углерод и водород. В этом случае конус удлиняется, его граница несколько размывается, образуется пелена оранжевого цвета в средней зоне (рис. 1, в). При большом избытке горю-

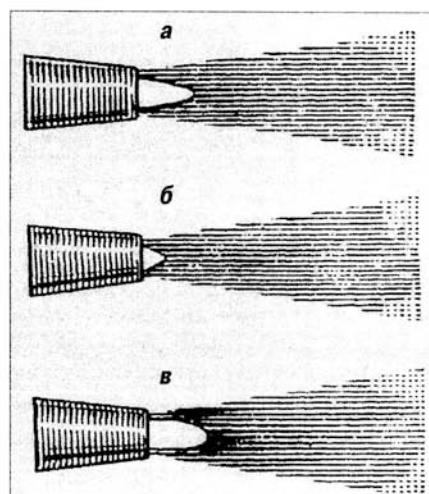


Рис. 1. Схема строения газокислородного пламени:
а — нейтральное; б — окислительное; в — восстановительное (науглероживающее)

чего в объеме факела пламени также имеется свободный углерод, пламя удлиняется и окрашивается в красноватый цвет.

Как указывалось выше, при использовании газов — заменителей ацетилена температура пламени ниже, меньше и количество теплоты, генерируемой в средней зоне. Пониженная теплонапряженность пламени заменителей ацетилена возмещается увеличением их расхода, что ведет к увеличению диаметров сопел и размеров струи газовой смеси и пламени. Площадь нагрева металла увеличивается в 2,5–4,0 раза, а размер сварочной ванны — в 1,5–2,0 раза.

По виду применяемых присадочных материалов различают два метода газовой наплавки. По первому методу присадочный металл в виде проволоки, прутков или ленты подается в сварочную ванну вручную или специальными механизмами.

При газопорошковой наплавке в качестве присадочных материалов используют гранулированные порошки легкоплавких сплавов определенных фракций и горелки специальной конструкции, позволяющие осуществлять две разновидности процесса: предва-

Газовая наплавка

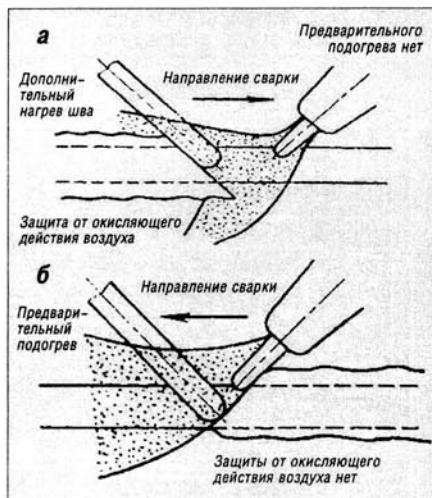


Рис. 2. Способы газокислородной сварки (наплавки): а – правый; б – левый

рительное напыление слоя порошка на поверхность изделия с последующим оплавлением покрытия; собственно наплавку — одновременное нанесение и оплавление малых порций порошка на поверхности детали.

Присадочные материалы для газовой наплавки. Для газовой наплавки стали, чугуна, меди и ее сплавов, сплавов на основе никеля и кобальта в качестве присадочных материалов могут использоваться сплошные проволоки и прутки по соответствующим стандартам. В частности, для наплавки стали можно применять наплавочные проволоки по ГОСТ 10543–75 и сварочные по ГОСТ 2246–70, для наплавки чугуна — литье прутки по ГОСТ 2671–80. Прутки диаметром 4, 6, 8 мм отливают длиной 250–450 мм, а диаметром 10, 12, 14, 16 мм — 450–700 мм. Поверхность прутков должна быть чистой и свободной от шлака, формовочной земли, пригара, ржавчины. В изломе прутков не допускаются зазоры и шлаковые включения.

Для газовой наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с умеренными ударами (рабочие органы почвообрабатывающих и дорожных машин, зубья ковшей экскаваторов и т. п.), по ГОСТ 21449–75 производят литье прутки ПР–С1 (тип наплавленного металла УЗОХ28Н4С3); ПР–С2 (тип наплавленного металла У20Х17Н2); ПР–С27 (тип наплавленного металла У45Х28Н2ВМ). Диаметр прутков из этих сплавов 4, 6 и 8 мм, длина 300–500 мм.

Сплавы на основе кобальта (стеллиты) обладают высокой коррозионной стойкостью в различных средах. Они хорошо работают в условиях абразивного и эрозионного изнашивания, ударных нагрузок и трения металла по металлу. При этом кобальтовые сплавы сохраняют свои эксплуатационные свойства при повышенных температурах (до 750 °С). Для газовой наплавки литье прутки на основе кобальта производят по ГОСТ 21449–75. Литые прутки Пр–ВЗК (тип наплавленного металла У10К63Х30В5Н2) применяют для наплавки клапанов и седел двигателей внутреннего сгорания; уплотнительных поверхностей деталей энергетической, нефтяной арматуры; ножей и т. п.; прутки Пр–ВЗК–Р (тип наплавленного металла У20К57Х30В10Н2Р) в основном предназначены для наплавки режущего инструмента, зубьев рамных пил и т. п.

Металл, наплавленный зерновым релитом в трубках и ленточным релитом, отличается особо высокой износостойкостью в условиях интенсивного абразивного изнашивания с умеренными ударными нагрузками. Эти материалы применяют для газовой наплавки шарошек буровых долот, замков и муфт бурильных труб, рабочих органов горнодобывающего оборудования и т. п.

Для газопорошковой наплавки используют порошки легкоплавких сплавов на основе никеля (колмонаи) и кобальта (стеллиты). Грануляция частиц для этого способа наплавки меньше или равна 100 мкм. Наплавленный металл на основе никеля обладает коррозионной стойкостью в различных средах и хорошо работает при трении металла по металлу при нормальных и повышенных температурах. Поэтому порошки на основе никеля, так называемые самофлюсы, ПГ–СР2 (тип наплавленного металла Н80Х15С2Р2), ПГ–СР3 (тип наплавленного металла Н80Х15С3Р3) и ПГ–СР4 (тип наплавленного металла Н80Х17С4Р4) применяют для наплавки уплотнительных поверхностей арматуры тепловых и атомных электростанций, деталей стеклоформирующей оснастки и т. п. Порошки на основе кобальта по химическому составу и свойствам соответствуют упомянутым выше литьим пруткам кобальтовых сплавов.

Следует отметить, что все наплавочные материалы на основе никеля и кобальта, а также трубчатый и ленточный релит весьма дороги и их применение для наплавки ограничено достаточно узкой номенклатурой деталей.

Технология и техника наплавки. Режимы газовой наплавки зависят от теплофизи-

ческих свойств металла, габаритных размеров и формы изделия. При разработке технологии наплавки конкретной детали выбирают способ наплавки, мощность и состав пламени, угол наклона горелки, марку и диаметр присадочного прутка (проводки), флюс, порядок наложения швов. Различают левый и правый способы газовой наплавки (рис. 2).

При правом способе пламя направляют на уже наплавленную часть шва, а пруток перемещают вслед за ним по спирали (рис. 2, а). Правый способ наплавки повышает производительность процесса при одновременном снижении удельного расхода газов за счет лучшего использования теплоты пламени. При левом способе производится своеобразный подогрев наплавляемого металла, кроме того, при его использовании лучше формируется шов.

При левом способе пламя направляют на еще не наплавленный участок металла, а присадочный пруток перемещают перед пламенем. При этом для более полного и равномерного прогрева и перемешивания сварочной ванны горелку и пруток перемещают зигзагообразно (рис. 2, б).

При выборе способа газовой наплавки исходят в основном из расположения наплавляемой поверхности в пространстве. При горизонтальном расположении процесс наплавки можно вести и правым и левым способом. При наплавке на вертикальные или близкие к ним поверхности определяющим является удобство выполнения наплавки и хорошее формирование шва, что лучше обеспечивается при использовании левого способа.

Угол наклона мундштука к наплавляемой поверхности зависит от толщины и теплофизических свойств металла наплавляемой детали. Чем больше толщина металла, чем выше его температура плавления и теплопроводность, тем большим должен быть угол между наплавляемой поверхностью и горелкой. Например, при наплавке (сварке) медных сплавов, имеющих достаточно высокую температуру плавления и очень высокую теплопроводность, угол наклона горелки составляет 60–80°, а для легкоплавкого свинца — 10–15°.

Мощность пламени также зависит от толщины и теплофизических свойств наплавляемого металла. Чем больше толщина металла, чем выше его температура плавления и теплопроводность, тем больше должна быть мощность пламени.

Технологические особенности газовой наплавки различных металлов. Характер протекающих в сварочной ванне ре-

акций определяется в основном составом средней зоны пламени, зависящим от соотношения газов в горючей смеси.

При наплавке стали и сплавов на основе железа используется, как правило, нейтральное газовое пламя. Как указывалось выше, в этом случае средняя зона пламени состоит из CO и H₂. Регулируя состав пламени, можно в известной мере предупредить образование оксидов железа и большинства легирующих элементов, так как они сравнительно хорошо восстанавливаются оксидом углерода и водородом. Установлено, что допустимое соотношение газов в газовом пламени в случае наплавки стали, при котором не происходит окисление сварочной ванны, должно составлять $\beta_0 \leq 1,3$.

В том случае, если наплавленный металл не боится науглероживания (наплавка высокоуглеродистых сталей и сплавов), можно применять науглероживающее газовое пламя, что облегчает начало и ведение процесса наплавки. При наплавке таким пламенем на поверхности наплавляемого металла образуется тонкий науглероженный слой. Этот слой имеет пониженную температуру плавления, и его легче расплавить газовым пламенем. Расплавление тонкого науглероженного слоя, называемое «запотеванием», свидетельствует о готовности основного металла к началу процесса наплавки. Появление запотевания позволяет точно определить момент начала нагрева основного металла до температуры наплавки и точнее выбрать время подачи наплавочного материала. Запотевание основного металла в сочетании с применением присадочного материала создает особо благоприятные условия для газовой наплавки с минимальным проплавлением.

Наплавку меди и большинства ее сплавов во избежание чрезмерного окисления всегда производят нейтральным пламенем, соответствующим $\beta_0 = 1,05 - 1,1$. Исключение составляют латуни, газовая наплавка которых производится обычно окислительным пламенем с отношением $\beta_0 = 1,4$, при котором на поверхности расплавленной латуни образуется пленка оксида цинка, предохраняющая сварочную ванну от дальнейшего испарения и окисления цинка. Газовую наплавку сплавов на основе никеля и кобальта, также как и меди, производят нейтральным пламенем.

При использовании в качестве присадочного материала трубчатого и ленточного резита газовое пламя должно быть восстановительным. ■ #42



Сварка в самолетостроении

Под редакцией Б. Е. Патона

Авторы: Г. А. Кривов, В. Р. Рябов

А. Я. Ишенко, Р. В. Мельников, А. Г. Чарюн

— К · МИИВИИ · 1998 · 695 с.

В книге обобщены и систематизированы сведения о современных способах получения неразъемных соединений авиационных узлов и конструкций. Даны характеристики свариваемых сплавов (алюминиевых, титановых, сталей) и композиционных материалов, применяемых в авиационных конструкциях. Обоснован их выбор и оценена массовая эффективность. Рассмотрены особенности конструирования отдельных узлов под сварку, дана оценка свариваемости, приведены сведения о присадочных материалах (проводках), электродах, kleях, покрытиях, методах подготовки поверхности под сварку и кромок под сварку. Подробно описаны современные способы сварки, применяемые в самолетостроении. Приведены примеры использования комплексной технологии сварки типовых узлов самолета. Описаны перспективы применения сварки при соединении самолетов нового поколения.

В книге семь глав:
Глава I. Сварка — перспективная технология
самолетостроения

Глава II. Сварка узлов и деталей из современ-

Глава III. Сварка узлов и деталей из титановых сплавов

Глава IV. Сварка стальных узлов и деталей

Глава V. Сварка композиционных материалов

Глава VI. Примеры комплексной технологии

Глава VI. Примеры комплексной технологии сварки типовых узлов самолета.

Глава VII. Контроль качества сварных соединений.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников предприятий машиностроительного профиля и может быть полезна студентам вузов соответствующих специальностей.

Русско–украинский словарь по сварке

Українсько-російський словник із зварювання

В IV кв. 2000 г. выходит из печати двухязычный «Русско-украинский и украинско-русский словарь по сварке», подготовленный к изданию Институтом электросварки им. Е. О. Патона и Институтом украинского языка Национальной академии наук Украины. Словарь содержит около 5 тысяч простых и составных терминов в области сварки, ориентирован на современные нормативные научно-технические термины.

Словарь имеет портативный формат и предназначен для перевода научно-технической и учебной литературы, технической документации, а также для разговорной практики.

Словарь может быть полезен научным сотрудникам и аспирантам, преподавателям и студентам, инженерам и техникам, другим специалистам сварочного производства.

Словарь подготовлен и издается при поддержке проекта «Обмен технологической информацией в Украине для поддержки экономических преобразований». Программы развития Организации Объединенных Наций.

Заявки на приобретение Словаря
можно заранее направлять по адресу:
03150 Киев-150, ул. Горького, 62.

Редакция журнала «Сварщик»

• Журнал «Заряд»

Автогенное оборудование АО «Эффект» для кислородно–пропановой обработки металлов

М. М. Лилько, гл. конструктор АО «Эффект» (Одесса)

Газокислородную сварку металлов широко применяют в основном при выполнении сантехнических ремонтных работ и изготовлении бытовой техники. В бывшем СССР выпуск аппаратуры был сосредоточен на Кироваканском заводе «Автогенмаш». После трагического землетрясения в Армении АО «Эффект» первым на Украине начал производство аппаратуры для ручной газокислородной резки и сварки металлов.

При организации нового производства исходили из концепции: аппаратура должна быть надежной, качественной и дешевой. Надежность аппаратуры обеспечивалась современными конструкторскими решениями, качество и дешевизна — оснащением производства эффективным оборудованием и организацией технологического процесса, рассчитанного на крупносерийное изготовление аппаратуры. Планируемая мощность производства — 50 000 шт. изделий в год.

Из теории «горения и взрыва» известно, что обратный удар в ацетилено–кислородной смеси энергетически невозможен при объеме смеси менее 0,5 см³. Исходя из этого, было

принято конструктивное решение — смешение газов в новых горелках производить в головке. Если для резаков это общепризнанно, то для горелок такое решение было новым.

Горелка типа «Эффект» (рис. 1) имеет пластмассовую ручку 1, из которой выходят две трубы 3 и 2 диаметром 6 мм соответственно для кислорода и горючего газа. Трубы впаяны в головку 4, в которую ввинчены камера смешения 6 с инжектором 5, а также мундштуки 7. Объем газокислородной смеси равен примерно внутреннему объему мундштука. Горелку изготавливают в двух исполнениях. Масса горелки с ниппелями и гайками под рукав диаметром 9 мм (резьба M 16×1,5) составляет около 0,46 кг, масса горелки под рукав диаметром 6 мм (резьба M 12×1,25) — до 0,4 кг.

Изучение рынка показало, что сварщики при выполнении ремонтных работ предпочитают работать старыми горелками Кироваканского завода «Автогенмаш», в которых мундштук выполнен в виде медной трубы длиной 250 мм, диаметром 8 мм с обжатым концом, где сформирован канал мундштука. Подгибая

трубку, можно выполнять сварку в узких межтрубных пространствах. Поэтому АО «Эффект» была разработана модификация горелки, позволяющая выполнять работы при расстоянии между трубами не менее 25 мм. Горелки работают на ацетилене и пропан–бутане, для чего изготавливают мундштуки № 0А, 1А, 2А, 3А, ОП, 1П, 2П, 3П, 4П (табл. 1 и 2). В настоящее время разработаны мундштуки № 4А, 5А и 5П. Горелки соответствуют типоразмерам ГУ2 по ГОСТ 1077–79, их комплектуют любыми тремя мундштуками из приведенного ряда. Отличие мундштуки для работы на пропан–бутане можно по наличию на торце подогревающей цилиндрической проточки. Маркировка ацетиленовых мундштуков — «А», пропановых — «П».

Необходимо помнить, что мундштуки для сварки на пропан–бутане имеют торцевую проточку, которая при работе на ацетилене не нужна, так как приводит к перегреву мундштука и быстрому выходу его из строя. Возможно применение ацетиленовых мундштуков для сварки на пропан–бутане, однако пламя будет иметь пониженную температуру

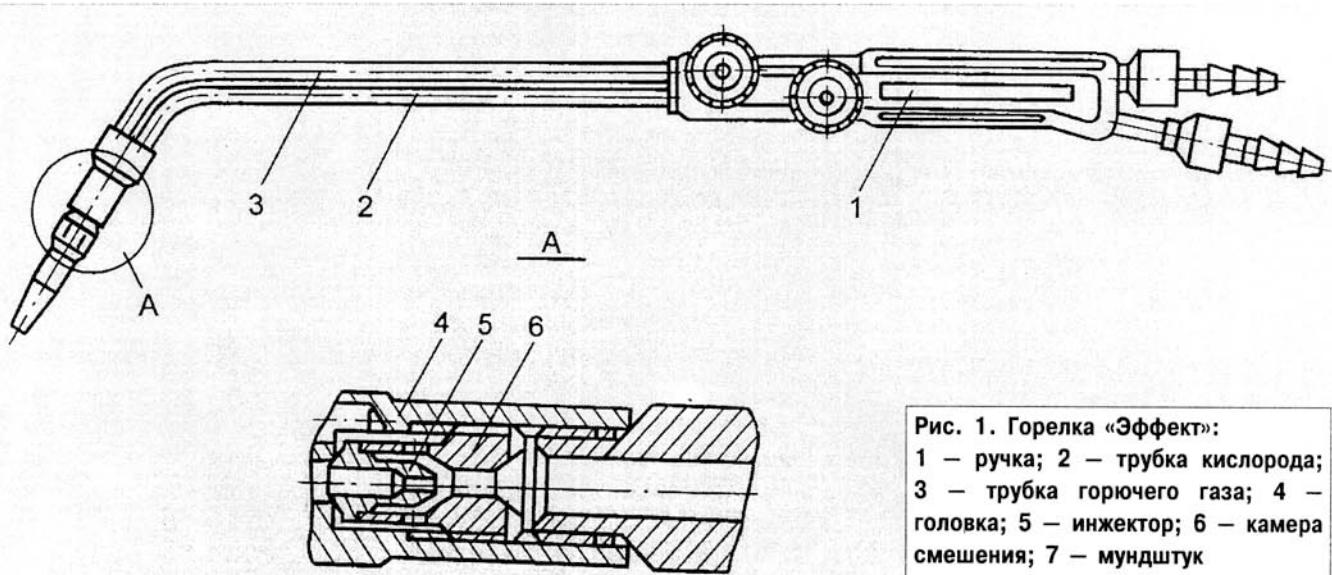


Рис. 1. Горелка «Эффект»:

1 — ручка; 2 — трубка кислорода; 3 — трубка горючего газа; 4 — головка; 5 — инжектор; 6 — камера смешения; 7 — мундштук

Выполнение проточки на торце ацетиленового мундштука нежелательно, поскольку уменьшается длина канала мундштука и соответственно ухудшается аэродинамика факела. Для повышения температуры факела (особенно в холодное время) между головкой горелки и мундштуком можно устанавливать подогреватель. Горючая смесь, вытекая из мундштука горелки, имеет температуру 300–350 °С, в результате чего происходит ее ускоренное сгорание, пламя получается более концентрированным, однако при этом мундштук нагревается до температуры 200–250 °С. При нагреве газокислородной смеси выше 350 °С в результате нерегулируемого процесса нагрева может произойти ее самовоспламенение, что является недостатком горелок с подогревом смеси. Горелки без подогревателя хорошо работают на пропан–бутане при температуре окружающей среды более 4 °С, что связано с особенностями сгорания данной смеси.

Толщина свариваемого металла и длина ядра пламени у горелок одного номера при работе на ацетилене и пропан–бутане примерно одинакова. Давление кислорода до 0,5 МПа, а горючего газа — 0,01–0,06 МПа.

При сварке с использованием пропан–бутана необходимо пользоваться сварочной проволокой Св–12Г либо, что немногого хуже, проволоками Св–10Г2С, Св–08Г2С. Применение проволоки Св–08 либо Св–08А недопустимо. По данным ВНИИавтогенмаша, для наплавки одинакового количества металла при работе на пропан–бутане необходимо затратить в 1,85 раза больше теплоты, чем при работе на ацетилене. Эта величина может быть уменьшена на 10–15% при работе на окислительном пламени. Правильный

выбор сварочной проволоки позволяет при сварке на пропан–бутане получить качество шва, не отличающееся от сварки на ацетилене.

Широкая номенклатура унифицированных элементов позволяет на базе горелок типа «Эффект» выпускать аппаратуру для газопламенной обработки металла специального назначения:

- горелки с двумя мундштуками для нагрева с двух сторон деталей под пайку, что позволяет получить удвоенную тепловую мощность;
- линейные горелки шириной до 1 м для обработки листов, удаления окалины, обжига краски, нагрева под рихтовку;
- горелки с коллектором в виде дуги окружности для обжига окалины на цилиндрических деталях, трубах, поковках прокатных валков и других деталях.

Дополнительно горелки могут снабжаться душающими (охлаждающими) лист устройствами.

Горелки спроектированы таким образом, что можно легко менять коллектор в зависимости от выполняемых сварочных или других работ. Надежность аппаратуры, содержащей несколько одновременно работающих насадок (мундштуков), может быть существенно повышенена путем перевода ее на систему равного либо пропорционального соотношения давлений кислорода и горючего газа. В этом случае давление кислорода поддерживают равным давлению горючего газа 0,06–0,07 МПа, либо большим, чем давление горючего газа, на постоянную величину 0,3–0,35 МПа.

Система равного давления возможна лишь при наличии стабильного давления горючего газа в сети 0,07–0,1 МПа.

Таблица 1. Техническая характеристика мундштуков, работающих на ацетилене

| Параметр | 0A | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Диаметр мундштука, мм | 0,6 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,3 |
| Расход ацетилена, л/ч* | 20–60 | 50–120 | 120–240 | 240–400 | 400–700 | 700–1100 |
| Толщина свариваемого металла, мм | 0,2–0,5 | 0,5–1,0 | 1,0–2,0 | 2–4 | 4–6 | 6–9 |
| Длина ядра пламени, мм | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 16 |

* Соотношение расхода ацетилена и кислорода 1:1,1.

Таблица 2. Техническая характеристика мундштуков, работающих на пропан–бутане

| Параметр | 0П | Ш | 2П | 3П | 4П | 511 |
|----------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|
| Расход пропан–бутана, л/ч* | 15–40 | 40–80 | 80–160 | 160–270 | 270–470 | 470–720 |
| Диаметр мундштука, мм | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 2,3 | 2,9 | 3,5 |

* Соотношение пропан–бутана и кислорода 1:3,5.

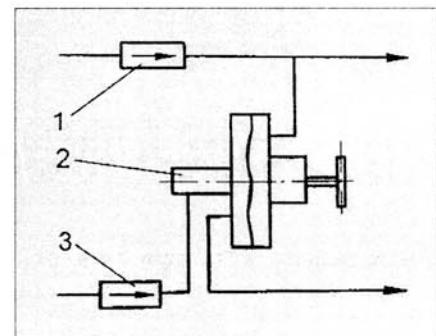


Рис. 2. Регулятор соотношения давления газов: 1 – регулятор давления газов; 2 – редуктор горючего газа; 3 – редуктор кислорода

Для реализации данного принципа используют регулятор 1 (рис. 2) соотношения давления газов. Необходимо отметить, что данный принцип не нов, и его давно применяют в многорезаковых газорежущих машинах, выпускаемых НПО «Кислородмаш», для поддержания в резаках постоянного соотношения давления (расхода) горючего газа и подогревающего кислорода.

Применительно к горелкам данный принцип предлагается впервые. Расход газов в горелках определяют соотношением диаметров дюз в линии кислорода и горючего газа. При пропорциональном соотношении давлений кроме того обеспечивается постоянная по величине инъекция, составляющая 0,02 МПа. Система реализации данного принципа очень проста.

Особенность данной системы состоит в следующем:

- при необходимости изменения тепловой мощности достаточно лишь изменить давление горючего газа редуктором 2. Автоматически меняется давление кислорода при сохранении постоянного перепада давлений, а соответственно и инъекции;
- при необходимости изменения жесткости пламени достаточно изменить давление кислорода редуктором 3, при этом меняется соответственно перепад давлений.

Указанная аппаратура обеспечивает большую устойчивость пламени, возможность более точно устанавливать соотношения расхода кислорода и горючего газа и стабильность его поддержания. Аппаратура работает более экономично ввиду отсутствия частых перерывов в работе из-за неточности установки и необходимости регулировки пламени во время сварки. ■ #43

Газ МАФ – заменитель ацетилена при газопламенной обработке металла

В. Н. Навроцкий, канд. техн. наук, ООО «Родат» (Минск)

При газопламенной обработке металлов, особенно при газовой сварке и резке, в качестве горючего газа широкое распространение получил ацетилен.

Находят применение также газы–заменители: метан, пропан, бутан, пропан–бутановые смеси, природные газы и др. Эффективность и условия использования газов–заменителей при обработке материалов газокислородным пламенем, определяются следующими их свойствами:

- низшей теплотворной способностью;
- плотностью;
- температурой воспламенения и скоростью горения в смеси с кислородом;
- эффективной тепловой мощностью пламени;
- удобством и безопасностью при получении, транспортировке и использовании.

В последние годы все больше используют для газовой сварки сжиженный газ МАФ (метилацетилен–алленовая фракция). Это — смесь метилацетиlena и аллена (пропадиена), стабилизированная с целью безопасности изобутаном, изобутиленом, пропаном, пропиленом, бутадиеном или другими углеводородами в различных сочетаниях. МАФ, получаемый из негидрированной углеводородной фракции этиленовых производств, имеет резко выраженный запах, который обнаруживается уже при концентрации 1:100 мг/м³. По токсичности газ относится к четвертой группе (малотоксичные). При высоких концентрациях (свыше ПДК=300 мг/м³) может вызвать анестезирующее действие. Пары МАФ не оказывают вредного влияния на слизистую оболочку, но попадание жидкой фракции на открытые участки кожи может вызвать обморожение. В табл. 1 приведены некоторые физические свойства газов, применяемых для газовой сварки и резки.

В отличие от пропана и природного газа МАФ имеет высокую теплоотдачу как во вто-

Таблица 1. Сравнительные свойства МАФ, ацетилена и пропана

| Параметр | МАФ | Ацетилен | Пропан |
|--|----------------|--------------|----------------|
| Предел взрываемости, %: | | | |
| в кислороде | 2,5–60 | 2,3–93 | 2,4–57 |
| в воздухе | 3,4–10–8 | 2,2–81 | 2,0–9,5 |
| Скорость сгорания в кислороде, мм/с | 4697 | 6097 | 3718 |
| Температура пламени, °С | 2927 | 3087 | 2526 |
| Низшая теплота сгорания газа смеси при нормальных условиях | 21 000 | 12 600 | 21 795 |
| Общая теплота сгорания (после испарения) | 49 000 | 50 000 | 51 000 |
| Плотность, кг/м ³ , при 15,6 °С: | | | |
| жидкости | 575 | — | 513 |
| газа | 0,55 | 0,91 | 0,54 |
| Склонность к обратному удару | Незначительная | Значительная | Незначительная |

ричной, так и в первичной зонах пламени, и в результате большую эффективную мощность пламени по сравнению с другими газами. Температура эффективной зоны пламени МАФ близка к температуре пламени ацетилена (2927 °С против 3087 °С), что обеспечивает передачу большого количества теплоты на нагреваемый металл даже на расстоянии 12 мм и более от самой горячей точки пламени.

В качестве заменителя ацетилена газ МАФ можно применять в следующих процессах газопламенной обработки металлов:

- газовой сварке труб по ГОСТ 3262 из сталей Ст2, Ст3 по ГОСТ 380;
- газовой сварке стальных деталей с толщиной стенки до 6 мм из стали марок Ст0, Ст1, Ст2, Ст3 группы А по ГОСТ 380, углеродистых качественных конструкционных сталей марок 05–20 кп по группе 1, а также 15Г, 20Г по ГОСТ 16523;
- разделительной и поверхностной резке углеродистой стали;
- газовой сварке и наплавке цветных металлов;
- пайке мягкими и твердыми припоями;

- пламенной поверхностной закалке;
- газовой металлизации;
- нагреве металла с целью правки, гибки, формовки и т. п.

Для газа МАФ применяют ту же аппаратуру, что и для ацетилена при газопламенной обработке металлов. На баллоне с газом используют такой же редуктор, что и на пропановых баллонах. При работе только с горелкой, как вариант, может быть применен редуктор с бытового газового баллона.

Пламя газа МАФ, как и любого углеводородного пламени, может быть науглероживающим, нейтральным и окислительным. Науглероживающее пламя получается при расходе кислорода к расходу горючего газа МАФ в соотношении 2,2:1 или ниже (для справки: при горении примерно одна часть кислорода забирается из баллона, остальное — из окружающего воздуха). Науглероживающее или «восстановительное» пламя используют для сварки легко окисляющихся сплавов, например сплавов алюминия.

При увеличении подачи кислорода или уменьшении подачи горючего газа науглероживающее пламя исчезает. В этот момент

Таблица 2. Режим сварки низкоуглеродистой стали газом МАФ

| Толщина свариваемого материала, мм | Зазор в стыковом соединении, мм | Угол скоса кромок | Расстояние между прихватками, мм | Диаметр присадочной проволоки, мм | Номер наконечника горелки | Расход газа, л/ч | | Скорость сварки, м/ч |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|----------|----------------------|
| | | | | | | МАФ | кислород | |
| 0,5–1 | 1–1,5 | Без скоса | 20–40 | 1–1,5 | 1–2 | 30–90 | 70–210 | 10–7 |
| 1–2 | 1,5–2 | То же | 20–80 | 1,5–2 | 2–3 | 60–180 | 140–415 | 7–5 |
| 2–3 | 2–3 | “ “ | 40–120 | 2–2,5 | 3–4 | 120–270 | 280–620 | 5–4 |
| 3–6 | 3–4 | 60–90° | 60–240 | 2,5–4 | 4–5 | 180–540 | 415–1240 | 4–1,6 |

отношение расхода кислорода к расходу горючего газа составляет 2,3:1. Внутреннее ядро пламени имеет синий цвет. Это нейтральное пламя газа МАФ применяют для сварки низкоуглеродистой стали. Пламя остается нейтральным до тех пор, пока соотношение в горючей смеси составляет менее 2,5:1.

Соотношение газов в горючей смеси (при соответствующем опыте сварщика) можно установить по внешнему виду пламени, а мощность — по скорости нагрева до плавления основного металла, глубине его проплавления, форме и жидкотекучести сварочной ванны, которая должна иметь зеркальную поверхность с минимальным количеством шлака. Плавление присадочной проволоки должно происходить спокойно, без значительного разбрызгивания и выделения искр.

При увеличении подачи кислорода образуется окислительное синее пламя с удлиненным ядром и громким звуком горения. Оно наименее пригодно для работы, за исключением таких случаев, как, например, сварка и пайка меди и ее сплавов. Следует знать, что ядро даже нейтрального пламени при использовании газа МАФ длиннее ацетиленового в 1,5–2 раза.

Температура пламени газа МАФ, как уже говорилось ранее, несколько ниже температуры ацетиленокислородного пламени. Поэтому для получения одинакового проплавления металла тепловая мощность пламени газа МАФ в смеси с кислородом может быть увеличена. Это обеспечивается рассверливанием отверстия мундштука горелки и сопла сверлом диаметром 2,5–2,8 мм на глубину 2,0–2,5 мм. Одновременно достигается эффект более устойчивой работы горелки с исключением отрыва пламени. Для сварки используют стандартные горелки Г2–02 и Г3–02 с наконечниками соответственно НН1–4 и НН1–5 для сварки стали толщиной 0,5–6 мм.

Основным присадочным материалом при сварке газом МАФ является проволока марок Св–12ГС, Св–08ГС, Св–08Г2С по ГОСТ 2246. Приемы и способы сварки газом МАФ не отличаются от приемов ацетиленовой сварки и доступны любому квалифицированному сварщику.

Расход Q газа МАФ при сварке низкоуглеродистой стали зависит от толщины δ свариваемого металла и определяется по следующей формуле:

для сварки левым способом $Q=(60\dots70)\delta$;
для сварки правым способом $Q=(75\dots90)\delta$.

Режим сварки стали приведен в табл. 2, ориентировочные нормы расхода материалов при сварке — в табл. 3.

В помещении зажигают горелку, предварительно открыв вентиль с газом МАФ, затем открывают кислородный вентиль, так чтобы отрегулировать на нейтральное (синее) пламя. Вне помещения или для получения пламени без колоти открывают газовый и кислородный вентили, зажигают смесь и регулировкой добиваются нейтрального пламени.

Сварку листового металла и труб толщиной менее 4 мм производят за один проход. Следует поддерживать расстояние порядка 1,5 мм между синим внутренним ядром пламени и ванной расплавленного металла. Сварочная ванна может быть получена при со-прикосновении вершины ядра пламени с поверхностью металла. Однако ядро пламени не должно касаться расплавленного металла.

Металл толщиной более 4 мм сваривают за два прохода — корневой шов и заполняющий. При первом проходе присадочную проволоку погружают в ванну. При втором проходе присадочную проволоку либо также погружают в ванну, либо ведут по длине ванны перекрестным движением, но без перемешивания металла.

Газ МАФ можно хранить и транспортировать в баллонах для сжиженных газов, изготовленных по ГОСТ 1586.

Упругость паров сжиженных газов резко возрастает при повышении температуры, поэтому баллоны и другие сосуды для хранения и перевозки сжиженных газов следует предохранять от нагрева различными источниками теплоты. Предельно-допустимая температура нагрева баллона составляет 45 °С.

Газ МАФ хранят в емкостях (баллонах) из углеродистой стали, под навесом, защищающим их от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей при температуре от минус 50 °С до плюс 50 °С. Гарантийный срок хранения газа — 10 лет со дня изготовления. ■ #44

Таблица 3. Нормы расхода материалов на 1 м шва для сварки низкоуглеродистой стали газом МАФ

| Толщина свариваемого материала, мм | Масса наплавленного металла, кг | Масса присадочной проволоки, кг | Объем МАФ, м ³ | Объем кислорода, м ³ |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| <i>Стыковые соединения без разделки кромок</i> | | | | |
| 1 | 0,028 | 0,029 | 0,013 | 0,030 |
| 1,5 | 0,040 | 0,051 | 0,023 | 0,053 |
| 2 | 0,070 | 0,074 | 0,034 | 0,078 |
| 2,5 | 0,084 | 0,088 | 0,044 | 0,101 |
| <i>Стыковые соединения с V-образной разделкой кромок</i> | | | | |
| 3 | 0,123 | 0,140 | 0,063 | 0,145 |
| 4 | 0,178 | 0,187 | 0,104 | 0,240 |
| 5 | 0,224 | 0,235 | 0,139 | 0,320 |
| 6 | 0,265 | 0,278 | 0,197 | 0,450 |

Сварка. Безопасность как аспект качества

Ю. К. Бондаренко, А. Г. Потапьевский, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Зэкономические реформы в настоящее время привели к появлению большого количества небольших фирм и индивидуальных исполнителей, предлагающих свои услуги в области сварки. Однако некоторые из них не всегда гарантируют требования безопасности и высокое качество работ. Известны случаи, когда при выполнении сварочных работ в условиях повышенной опасности (при ремонте трубопроводов для горячей воды в бойлерных котельных, в индивидуальных гаражах) в результате грубых нарушений правил безопасности возникают пожары или происходит травмирование сварщиков, вплоть до летальных исходов.

Необходимо отметить, что безопасность является аспектом качества. Для обеспечения качества работ при сварке необходимы безопасная и качественная аппаратура, материалы и технология. Не соблюдение этих условий приводит к получению некачественных швов, пожару на предприятии или объекте, а порой и к гибели сварщика.

Безопасность сварочного оборудования, сварочных материалов и технологий оценивается в результате сертификационных испытаний и подтверждается государственным Сертификатом соответствия согласно процедурам, изложенным в ДСТУ 3413–96.

Наибольшее распространение на малых и частных предприятиях получила ручная электродуговая сварка конструкций покрытыми электродами.

Для обеспечения электробезопасности напряжение холостого хода источников питания при работе в цеховых условиях не должно превышать 80 В (эффективное значение) — для источников переменного тока и 100 В — для источников постоянного тока (ДСТУ 2456–94, п. 7.12). В условиях повышенной опасности (работа под открытым небом, в замкнутых, тесных, влажных и горячих помещениях, внутри сосудов, на металлических свариваемых конструкциях и т. п.) источники питания для ручной дуговой свар-

ки переменного тока должны быть снабжены ограничителями напряжения холостого хода, снижающими напряжение холостого хода до значения не более 2 В не позже, чем через 1 с после размыкания сварочной цепи.

Подключать сварочную установку к питающей электрической сети напряжением 220 или 380 В необходимо либо через коммутационный аппарат с предохранителями и с заземлением корпуса сварочного источника тока, либо при помощи специальной заземленной розетки. В первом случае подключение должен выполнять технический персонал, имеющий группу допуска не ниже III.

Ручную дуговую сварку необходимо выполнять стандартными электрододержателями, удовлетворяющими требования ГОСТ 14651–78. При этом одними из основных требований безопасности являются высокое сопротивление изоляции ручки держателя (не менее 5 МОм), электрическая прочность изоляции ручки при напряжении 1500 В в течение 1 мин и теплостойкость (невоспламеняемость) материала изоляции держателя.

Особенно опасно выполнение ремонтных сварочных работ на тепло- и газопроводах, в колодцах, подвалах, бойлерных, гаражах и складах, имеющих деревянные стеллажи, полы и другие легковоспламеняющие предметы.

Работы рекомендуется производить обязательно под наблюдением второго специалиста с квалификационной группой по технике безопасности II и выше, который должен находиться снаружи объекта сварки.

В условиях повышенной стесненности и, особенно, повышенных влажности и температуры в подвальных и бойлерных помещениях всегда возможно соприкосновение сварщика со свариваемым объектом, а также перегрев сварщика. Поэтому здесь работать разрешается в сухой спецодежде, в головном уборе и в сухих рукавицах. Работа в отсыревшей одежде недопустима, так как при этом резко возрастает опасность поражения электрическим током из-за снижения пере-

ходного сопротивления тела (кожи) сварщика. Особенно тщательно необходимо следить за тем, чтобы сварочный электрод или оголенные части сварочных кабелей не соприкасались между собой и со свариваемой конструкцией, поскольку это может привести к перегреву сварочного аппарата, выходу его из строя и пожару.

Электрический ток, протекая по сварочным проводам, создает вокруг них локальное электромагнитное поле, которое негативно влияет на сварщика. Поэтому не рекомендуется располагать сварочный кабель вокруг руки сварщика. Если сварщик держит электрододержатель в правой руке и кабель расположен с правой стороны от его тела, то и кабель, идущий к детали, следует расположить справа от сварщика. Не следует работать возле сварочного источника тока, так как его магнитные поля наиболее велики. При этом к выполнению сварочных работ не рекомендуется привлекать лиц со стимуляторами сердца и повышенным давлением крови.

Практика показала, что для обеспечения качества и безопасности выполнения сварочных работ при изготовлении, монтаже и ремонте ответственных сварных конструкций целесообразно провести предварительную сертификацию оборудования, материалов или технических услуг, выполняемых организациями и фирмами. При этом подтверждается компетентность выполнения исполнителями требований технологии сварки, безопасности эксплуатации сварочного оборудования и организации работ в соответствии с действующими нормативными документами и ДСТУ ISO 9001.

Такие работы по оценке безопасности и качества услуг выполняют специализированные лаборатории ИЭС им. Е. О. Патона совместно с Центром обеспечения качества, аккредитованные Госстандартом Украины на техническую компетентность, с учетом требований стандартов ДСТУ 3413–96, ДСТУ 2456–94. ■ #45