

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРКИ





Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона



ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» — представитель Института электросварки им. Е.О.Патона (Украина) в России. Основной вид деятельности — внедрение научно-технических разработок и достижений прикладной науки в реальное производство.

Институт электросварки им. Е.О.Патона в советское время являлся ведущим институтом в области сварки и родственных технологий и до сих пор остается крупнейшим в мире центром создания ресурсосберегающих и конкурентоспособных технологий сварки, наплавки, резки, восстановления, нанесения защитных покрытий и специальной металлургии. Более чем за 80-летнюю историю существования Института лучшими учеными страны создан и накоплен значительный интеллектуальный, научно-технический и производственный потенциал, позволяющий на самом высоком уровне создавать современные технологии, материалы и оборудование для всех отраслей промышленности.

ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» предлагает технологии и услуги, направленные на оптимальное решение технических проблем с максимальным экономическим эффектом в условиях реального производства:

- технологии восстановления и продления ресурса уникальных металлоконструкций;
- проектирование и изготовление специализированного оборудования для сварочных и наплавочных работ;
- технический аудит, консалтинг применения сварочных технологий, материалов, оборудования;
- издание производственно-практического журнала «Сварщик в России», книг и брошюр по сварке и родственным технологиям.

1 (47) 2014

январь–февраль

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

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

информационно-технический журнал

Сварщик®

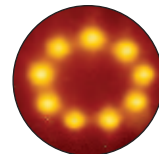
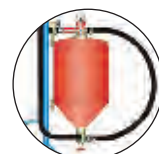
Технологии
Производство
Сервис

в России

1–2014

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	6
Производственный опыт Установка для кислородно-флюсовой резки. <i>К.П.Шаповалов, С.Л.Зеленский, В.А.Белинский, С.Л.Василенко, В.А.Олейник, Т.Б.Золотопупова, В.А.Сергиенко, Д.Е.Рубан.</i>	8
Актуальная тема Проблемы организация сварочных работ на промышленном предприятии. <i>Ю.В. Бутенко.</i>	12
Наши консультации	14
Технологии и оборудование Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки. <i>Г.И. Лашенко.</i>	19
Сварка трением с перемешиванием. Контроль параметров и управление процессом. <i>В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, С.В. Васильев, Р.Р. Гайнуллин, С.Н. Чумаров, А.Х. Рахимов</i>	24
Разработка технологии и установки электрошлаковой наплавки для восстановления деталей углеразомольного оборудования. <i>В.А.Падар, А.М.Токмин, Н.В.Ларионова, В.А. Толстосеев</i>	28
Установка для автоматической TIG сварки кольцевых швов длинномерных труб.	32
Портальная резка металла как основа заготовительного производства. <i>Н.В. Шмалёв.</i>	34
Работы Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины в области конденсаторной сварки металлов. <i>Д.М. Калеко.</i>	36
Зарубежные коллеги	42
Охрана труда Порядок прохождения гигиенической оценки сварочных материалов. <i>О.Г. Левченко</i>	44
Подготовка кадров Подготовка специалистов сварочного производства в профессионально- педагогических образовательных учреждениях: проблемы и перспективы. <i>Л.Т. Плаксина</i>	47
Выставки и конференции XII Международный промышленный форум	50
Страницы истории Выдающийся физик-теоретик А.Ю. Ишлинский. К 100-летию со дня рождения. <i>А.Н. Корниенко</i>	54



News of technique and technologies 6

Production experience

Plant for oxegen-flux cutting. *K.P.Shapovalov, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, V.A.Oleynik, T.B.Zolotopupova, V.A.Sergienko, D.E.Ruban* 8

Actual theme

Problems organization of welding works at the industrial plant. *Yu.V.Butenko* 12

Our consultations 14

Technologies and equipment

Bases of development of technology of fusion welding.
1. Ways of welding. *G.I.Lashchenko* 19

Friction Stir Processing. The control of parameters and management of process. *V.A.Bakshaev, P.A.Vasil'ev, S.V.Vasil'ev, R.R.Gaynullin, S.N.Chumarov, A.H.Rakhimov* . . 24

Development of technology and plants for electroslog cladding for renovation details of coal-mill equipment. *V.A.Padar, A.M.Tokmin, N.V.Larionov, V.A.Tolstosheev* . . . 28

Plant for automatic TIG welding circular seam long pipe 32

Gantry cutting of metal is base of procurement production. *N.V.Shmalev* 34

Works of E.O.Paton Electric Welding Institute in the field of condenser welding of metals. *D.M.Kaleko* 36

The foreign colleagues 42

Labour protection

The order of passage of a hygienic estimation of welding materials. *O.G.Levchenko* 44

Training of personnel

Preparation of the experts welding production in vocational training establishments: problems and prospects. *L.T.Plaksina* 47

Exhibitions and conferences

XII International Industrial Forum. 50

Pages of a history

The outstanding physics-theorist A.Yu.Ishlinskiy. *A.N.Kornienko* 54

январь–февраль 1 (47) 2014

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

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

Главный редактор Б. В. Юрлов
Зам. главного редактора В. Г. Абрамшвили, Е. К. Доброхотова
Маркетинг и реклама Т. И. Коваленко
Верстка и дизайн Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19

Телефон +7 499 922 69 86
Факс +7 499 922 69 86
E-mail ctt94@mail.ru

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала.

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

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2014

Подписано в печать 20.02.2014. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Тираж 3000 экз. Заказ № П000002585 от 19.02.2014.

Издание выходит при содействии информационно-технического журнала «Сварщик»

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, ООО «Экотехнология»

Издатель ООО «Экотехнология»
Главный редактор Б. В. Юрлов
Редакционная коллегия Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, А. А. Кайдалов, Г. И. Лашенко, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б
Телефон +380 44 200 5361
Тел./факс +380 44 200 8014
E-mail welder@welder.kiev.ua, welder.kiev@gmail.com
URL http://www.welder.kiev.ua/

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

Подписной индекс 20994
в каталоге «Пресса России»

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

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Установка для кислородно-флюсовой резки

К.П. Шаповалов, С. Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, В.А. Олейник, Т.Б. Золотопупова, В.А. Сергиенко, Д.Е. Рубан

Описан усовершенствованный специалистами ПАО «НКМЗ» и «ДОНМЕТА» комплект для кислородно-флюсовой резки металла. Рассмотрены преимущества и недостатки его применения.

Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки

Г.И. Лащенко

Рассмотрен эффективный процесс соединения металлических заготовок большой толщины из различных материалов — электрошлаковая сварка. Описаны особенности электрошлакового процесса, его разновидности.

Сварка трением с перемешиванием. Контроль параметров и управление процессом

В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, С.В. Васильев, Р.Р. Гайнуллин, С.Н. Чумаров, А.Х. Рахимов

Приведены результаты опытных работ при исследовании технологического режима сварки трением с перемешиванием, внедренного в ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель». Рассмотрена изготовленная на предприятии установка для сварки исходного листового алюминиевого проката с целью получения больших карт длиной до 14 м произвольной ширины.

Разработка технологии и установки электрошлаковой наплавки для восстановления деталей углеразмольного оборудования

В.А. Падар, А.М. Токмин, Н.В. Ларионова, В.А. Толстошеев

Работа посвящена разработке технологии и созданию установки для восстановления и упрочнения изношенных бил углеразмольного оборудования автоматической электрошлаковой наплавкой неплавящимся электродом с использованием порошковых присадочных материалов.

Работы Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины в области конденсаторной сварки металлов

Д.М. Калеко

Приведены этапы развития конденсаторной сварки и оборудования для точечной конденсаторной сварки. Даны основные характеристики серийных машин для контактной микросварки. Рассмотрены энергетические и технологические достоинства конденсаторной сварки.

Порядок прохождения гигиенической оценки сварочных материалов

О. Г. Левченко

Рассмотрены проблемы гигиенической оценки сварочных материалов как обязательного этапа производства продукции и дальнейшего ее продвижения. Приведены методические стандарты серии ДСТУ ISO 15011:2008. Дана классификация сварочных материалов по уровню выделения и рассчитанному предельному значению сварочного аэрозоля.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Замена центральной поперечной опоры рамы автосамосвала CAT 785C

В.Д. Позняков, А.А. Гайворонский, Ю.В. Демченко, А.И. Панфилов

Рассмотрена технология ремонта рамы 130-тонного автосамосвала CAT 785C путем замены элемента ее центральной поперечной опоры. Описаны современные сварочные материалы и способы, которые учитывают конструктивные особенности изделия и сложные условия нагружения при эксплуатации.

Газопламенная поверхностная закалка

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

Описан разработанный Бюро газопламенной обработки металлов ПАО «НКМЗ» совместно со специалистами ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» типоразмерный ряд горелок для поверхностной закалки, работающих на природном газе или пропан-бутановых смесях. Даны технические данные некоторых закалочных горелок, технология газопламенной закалки с их использованием.

Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки

Г.И. Лащенко

Описана технология газовой сварки, основные горючие газы, вида пламени. Рассмотрена термитная сварка, процесс ее протекания. Даны технологические схемы термитной сварки. Приведены области применения описанной технологии.

Проблемы ремонтной сварки стали 110Г13Л большой толщины

В.И. Панов

Описаны факторы, влияющие на выполнение сварочных работ на отливках стали Гатфильда, и их возможное взаимодействие. Приведены примеры успешного выполнения ремонтной сварки толстостенных отливок из стали 110Г13Л и ее аналогов.

... И МНОГОЕ ДРУГОЕ!

Горелки 7XM-450 и 7XM-550 для механизированной MIG сварки

Горелки 7XM-450 и 7XM-550 с водяным охлаждением компании Translas предназначены для ручной сварки в труднодоступных местах. Система охлаждения горелок позволяет достигать силы сварочного тока 550 А. Усиленный проток воды (1,85 л/мин) через спиральные каналы охлаждения обеспечивает быстрое охлаждение и отвод теплоты.



Гусак горелки не нагревается, и для охлаждения сопла горелки после окончания сварки достаточно 1 мин, что продлевает срок службы аксессуаров.

Диаметр сопла горелок 7XM-450 и 7XM-550 соответственно 14,5 и 18 мм. По сравнению с другими горелками, имеющими похожие технические характеристики, 7XM-450 и 7XM-550 меньше по размеру и легче, при этом рассчитаны на сварку при большой силе тока. Также эти новые сварочные горелки отлично подходят для сложных сварочных работ в труднодоступных местах. Сопла серии 4CE-Force.

Преимущества горелок 7XM-450 и 550:

- легкие и маневренные;
- позволяют выполнять сварку при больших значениях силы тока в труднодоступных местах;
- сопла на 30% меньше, чем стандартные 401/501;
- короткое время охлаждения;
- долгий срок службы горелок и расходных частей.

● #743

Официальный представитель компании Translas в России www.translas-russia.ru

Компания «Стил Ворк» приняла участие в международной специализированной выставке «Schweissen&Schneiden»

Компания ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог) совместно с Институтом электросварки им. Е.О. Патона приняла участие в ведущей международной специализированной выставке «Schweissen&Schneiden» («Сварка и резка»), которая в 18-й раз прошла с 16 по 21 сентября 2013 г. в г. Эссен, Германия.

Выставка «Schweissen&Schneiden» в 2013 г. преодолела 60-летний рубеж своей истории, стала ведущей мировой выставкой и важным событием общепромышленного масштаба. Больше 1000 экспонентов из более чем 40 стран мира представили широкий спектр технологий, машин, установок и материалов, продемонстрировали свои новаторские разработки.

Программа выставки оказалась очень интересной, познавательной и насыщенной событиями. Стенд компании ООО «Стил Ворк» посетили специалисты горнодобывающей и металлургической промышленности, которые особо заинтересовались изделиями из биметаллических листов SWIP®, а также сферой их применения.

Биметаллические листы SWIP® (Steel Work Innovation Plate) — это двухслойный металлический материал, состоящий из двух различных металлов, сталей или сплавов, прочно соединенных между собой по всей плоскости соприкосновения и работающий как единое целое. Два слоя, основной и наплавленный, выполняют определенные функции. Основной слой принимает на себя механические нагрузки, наплавленный слой имеет высокую износостой-

кость и выполняет защитную функцию. Основой листов SWIP® является как обычная низкоуглеродистая сталь, так и жаропрочные стали. Роботизированной порошковой наплавкой на основу наносится специальное износостойкое покрытие. Характерной особенностью изделий из биметалла является их высокая прочность. ООО «Стил Ворк» использует эксклюзивную запатентованную технологию изготовления листов SWIP®, которая позволяет достичь высокой твердости материала. Биметаллический лист является идеальным материалом для изготовления и ремонта рабочих узлов и деталей, подверженных интенсивному изнашиванию.

Оборудование, для изготовления которого возможно применение биметаллических листов: ковши погрузочных машин, экскаваторов, кузова самосвалов, брони дробилок, течи грохотов, бункеры, виброустановки и другое оборудование, подверженное интенсивному абразивному изнашиванию.

На выставке специалисты компании «Стил Ворк» ознакомились с новыми технологическими разработками и инновационными решениями. Это позволит в дальнейшем использовать полученную информацию для реализации собственных проектов.

● #744

www.steel-work.net

Электроды СЭОК-46

Электроды СЭОК-46 с покрытием рутил-целлюлозного типа, разработанные компанией «СпецЭлектрод», применяют для сварки листовых и трубных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением до 450 МПа, в том числе водопроводных труб, газопроводов малого давления переменным и постоянным током любой полярности.

Электроды отличаются такими сварочно-технологическими свойствами:

- легким зажиганием дуги, в том числе и повторным, облегчает работу сварщика в режиме постановки прихваток;
- низкой склонностью покрытия к образованию «козырька» в процессе сварки (в т.ч. и при сварке на постоянном токе в условиях магнитного дутья), что позволяет работать в сложных монтажных условиях;
- возможностью формировать швы с мелкочешуйчатым валиком и плавным переходом от металла шва к основному металлу.

Характеристики электродов: коэффициент наплавки 8,5 г/А·ч; производительность наплавки (для диаметра 4,0 мм) 1,4 кг/ч; расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,7 кг.

Типичные механические свойства металла шва: временное сопротивление 515 МПа; предел текучести 400 МПа; относительное удлинение 25%; ударная вязкость 140 Дж/см².

Использование электродов СЭОК-46 дает возможность выполнять сварку во всех

Сила тока при сварке электродами СЭОК-46

Диаметр, мм	Длина, мм	Сила тока, А
3,0	350	80–130
4,0	450	110–170
5,0	450	150–200

пространственных положениях, в том числе «на спуск» от источников питания с напряжением холостого хода 50 В. Электроды рекомендуют для сварки в сложных монтажных условиях.

Специалисты-сварщики отмечают также высокую технологическую маневренность электродов СЭОК-46 при сварке различных трубных соединений, особенно в неповоротных положениях. Сварочный шлак легко удаляется даже из глубоких разделок. Низкое разбрызгивание позволяет снизить время на последующую зачистку сварочного металла от брызг. Химический состав наплавленного металла обеспечивает высокую стойкость к образованию трещин различного рода даже при сварке жестких конструкций. Электроды СЭОК-46 позволяют сваривать металл со следами ржавчины, влаги и окислы. Электроды отличает также малая склонность к образованию пор в процессе сварки, даже при сварке с увлажненным покрытием. ● #745

Компания «СпецЭлектрод» (Москва)
www.spetselectrode.ru



Новое металлическое покрытие Z600 компании Ruukki

Компания Ruukki готовится выпустить новое металлическое покрытие Z600 для сфер применения, требующих высокой коррозионной стойкости.

Разработка покрытия началась в начале 2012 г., а к концу года были уже сделаны первые поставки продукции с цинковым покрытием (600 г/м²). Толстое покрытие выдерживает сложную формовку; типичные области его применения — силосные башни, кульверты, дорожные знаки, аварийное барьерное ограждение, электрические шкафы, каркасные конструкции и кабельные короба.

«Качество поверхности стали с покрытием Z600 нашего производства — одно из лучших на рынке. Я бы также хотел отметить постоянство внешнего вида покрытия от

партии к партии. В тех конструкциях, где не требуется применение сварки, покрытие Z600 обеспечивает более длительный срок эксплуатации при незначительных затратах, по сравнению с горячеоцинкованными изделиями, полученными методом окунания», — говорит О. Хурскайнен, вице-президент, руководитель направления Специальные стали с покрытием компании Ruukki. Ассортимент металлических покрытий Ruukki включает покрытие Galfan и Galvannealed.

Екатерина Райхалме, руководитель отдела продаж по специальным сталям с покрытием компании Ruukki, уточнила: «За последний год интерес к новому покрытию проявили не только зарубежные компании, но и наши российские партнеры. Например, материал пошел на производство дренажных конструкций в сектор дорожного строительства, где из-за постоянного контакта со сточными водами и большим содержанием агрессивных взвесей в воздухе к строительному материалу предъявляются повышенные требования к коррозионной защите. Есть еще много вариантов применения данного покрытия».

● #746

www.i-mash.ru

Установка для кислородно-флюсовой резки

К.П.Шаповалов, С.Л.Зеленский, В.А.Белинский, С.Л.Василенко, В.А.Олейник, Т.Б.Золотопупова, ПАО «НКМЗ», В.А.Сергиенко, Д.Е.Рубан, Завод автогенного оборудования «ДОНМЕТ» (Краматорск)

Кислородная резка представляет собой процесс интенсивного местного окисления металла, нагретого до температуры воспламенения струей кислорода, и удаление этой струей образующихся продуктов сгорания (оксидов металла).

Для успешного протекания процесса резки следует соблюдать несколько условий:

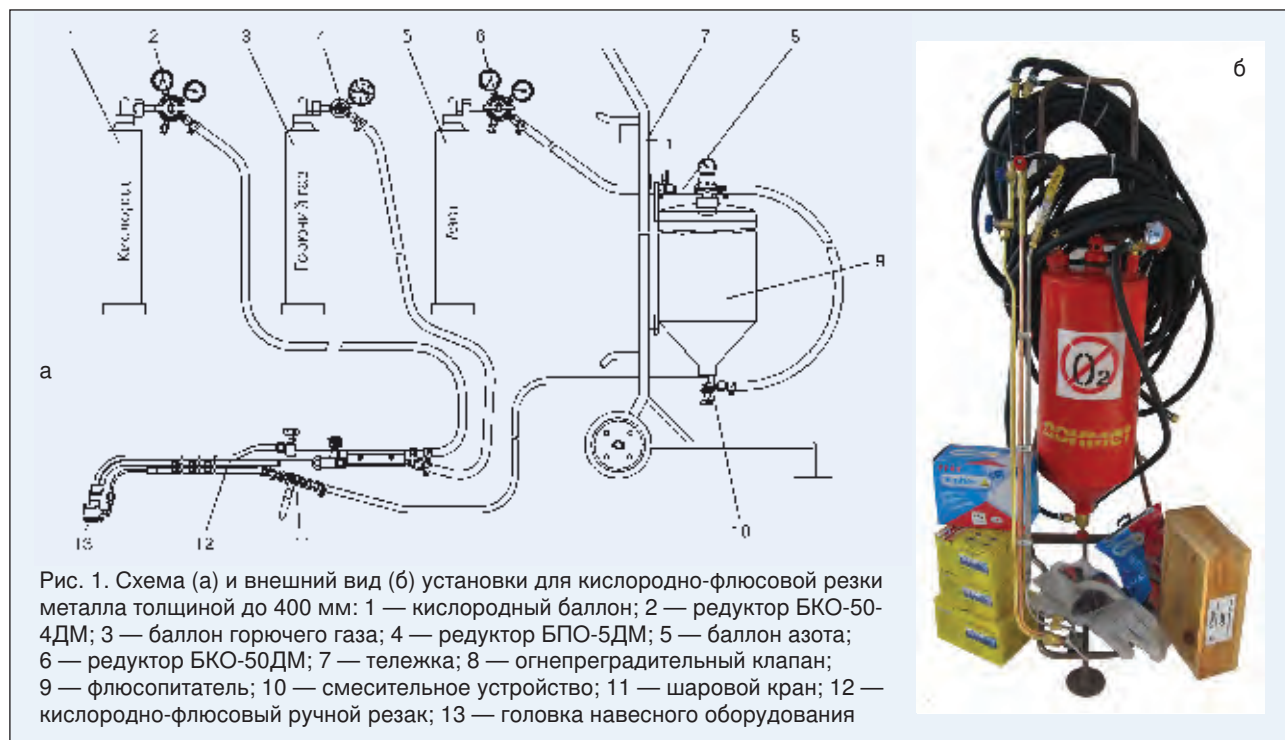
- температура плавления металла должна быть выше температуры его воспламенения в кислороде;
- температура плавления оксидов должна быть ниже температуры плавления самого металла и температуры, которая развивается в процессе резки;
- количество теплоты, выделяющейся при сгорании металла в кислородной среде, должно быть достаточным для поддержания непрерывного процесса резки;
- теплопроводность должна быть не выше того предела, при котором вся теплота, сообщаемая подогревающим пламенем и выделяемая в процессе резки, отводится от места резки;

- образующиеся оксиды должны быть достаточно жидкотекучими для свободного выдувания кислородной струей.

Из анализа условий резки следует, что из всех наиболее используемых в промышленности металлов в полной мере этим условиям удовлетворяет только низкоуглеродистая сталь.

С повышением содержания в стали как углерода, так и легирующих элементов процесс резки осложняется. Чугун нормальному процессу резки обычным способом не поддается. Причина этого в том, что температура плавления чугуна ниже температуры воспламенения железа, температура плавления оксида кремния SiO_2 высокая и его жидкотекучесть недостаточная. Кроме того, процессу резки препятствует образование значительного количества оксидов CO и CO_2 , загрязняющих режущий кислород и снижающих эффективность процесса окисления.

Высокохромистые и хромоникелевые стали также не поддаются нормальному



процессу газокислородной резки. В этом случае резке препятствует высокая температура плавления оксида хрома, который образуется на поверхности реза и делает процесс окисления нижележащих слоев металла невозможным.

Из вышесказанного следует, что для повышения разрезаемости высоколегированных сталей и чугунов следует снизить в них концентрацию как углерода, так и легирующих элементов до уровня, близкого к их концентрации в низкоуглеродистой стали. В процессе газокислородной резки снижение концентрации может быть достигнуто путем непрерывного введения в зону реакции порошкообразного флюса, например железного порошка. Эта идея заложена в основу процесса кислородно-флюсовой резки (КФР).

Кислородно-флюсовой резке подвергают металлы, которые не поддаются обычному процессу газовой резки. К ним, в первую очередь, относятся нержавеющие стали и серый чугун.

Сущность процесса заключается в следующем. В зону реза струей кислорода (режущего или дополнительного), сжатого воздуха либо другого газа вдувают железный порошок ПЖР 3.315.28 (ГОСТ 9849-86), который при сгорании выделяет дополнительное количество теплоты, снижает концентрацию легирующих элементов в металле и разжижает шлак. Кроме того, образующиеся при сгорании данного флюса оксиды железа производят флюсование шлака разрезаемого металла.

На ПАО «НKMЗ» в фасонно-литейном и копровом цехах используют комплект кислородно-флюсовой резки (рис. 1).

Перед специалистами бюро газопламенной обработки металлов отдела главного сварщика ПАО «НKMЗ» и специалистами завода автогенного оборудования «ДОН-МЕТ» была поставлена задача увеличить толщину разрезаемого металла с 200 до 400 мм.

Способ КФР был усовершенствован для решения технических задач, возникающих в процессе выполнения заказов, совместными усилиями специалистов бюро газопламенных способов сварки ПАО «НKMЗ» и завода автогенного оборудования «ДОН-МЕТ».

За основу взят комплект кислородно-флюсовой резки металла толщиной до 200 мм (рис. 2), разработанный и выпускаемый заводом «ДОНМЕТ». Этот комплект

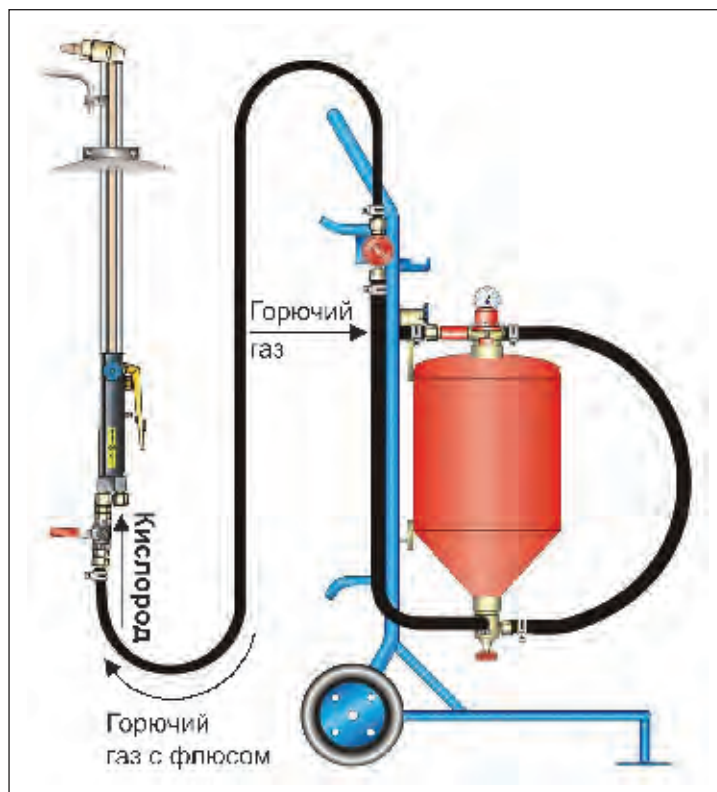


Рис. 2. Схема установки для кислородно-флюсовой резки металла толщиной до 200 мм

предназначен для ручной разделительной резки высоколегированных сталей, чугуна, как в условиях цеха, так и в условиях открытых площадок.

С целью увеличения толщины разрезаемого металла было решено заменить резак. Прототипом был взят резак повышенной мощности «ДОНМЕТ» 536, предназначенный для ручной разделительной отрезки прибылей литья из низкоуглеродистых сталей толщиной до 500 мм. Длина резака была увеличена до 1270 мм, добавлена трубка с шаровым краном для подачи флюса, на головку установлено специальное навесное устройство для подачи железного порошка в область реза (рис. 3).

Также была изменена вместимость флюсопитателя с 10 (максимальное количество железного порошка 22 кг) до 18 л (максимальное количество железного порошка 30 кг). Для нового флюсопитателя давление флюсоносущего газа на входе должно составлять 0,15–0,20 вместо 0,06–0,10 МПа.

В качестве флюсоносущего газа рассматривали несколько вариантов: кислород, сжатый воздух от цеховой магистрали, горючий газ, азот.

От использования в качестве флюсоносущего газа кислорода отказались сразу, так

как смесь кислорода с железным порошком взрывоопасна. Использование в качестве флюсоносущего газа сжатого воздуха вызывает трудности с его подготовкой, так как воздух должен соответствовать как минимум 6-му классу чистоты по показателям содержания механических примесей и влаги, в противном случае на внутренних стенках флюсопитателя образовывается конденсат, что приводит к уплотнению железного порошка и закупорке флюсовых каналов. Использование горючего газа невозможно вследствие нехватки давления в газовой магистрали завода (0,06–0,07 в магистрали при требуемых 0,15–0,20 МПа).

В качестве флюсоносущего газа было предложено использовать азот. Во-первых, этот газ инертен, во-вторых, он не имеет влаги и, в-третьих, азот в баллонах используется на заводе ПАО «НКМЗ».

Принцип работы флюсоносущего газа заключается в следующем: из баллона через редуктор он поступает в тройник, где разделяется на два потока: первый — в верхнюю часть флюсопитателя для создания в нем давления, второй — в смесительную камеру для создания вихревого потока. Флюс стру-

ей азота и под действием силы тяжести увлекается в смеситель, а поступающая в смеситель дополнительная струя газа создает вихревой поток, захватывающий частицы флюса и уносящий их к резаку. Количество флюса, поступающего из флюсопитателя к резаку, регулируют вращением винта смесителя.

В цехах завода ПАО «НКМЗ» совместно со специалистами «ДОНМЕТ» было проведено успешное испытание установки КФР на опытных образцах таких сталей и чугунов, как: 12Х17; 08Х18Н10Т; Х18Н10Т; СЧ-20; СЧ-15-32 и других материалов (рис. 4). На образце из стали 95Х18 (рис. 4, а) первым проходом была произведена резка нижней части на 100 мм, а вторым проходом прорезанная толщина составила 350 мм с шириной реза 35 мм.

В ФЛЦ проведена кислородно-флюсовая резка прибылей стали 40Х9С2Л диаметром 270 мм на установке КФР (рис. 5).

В ходе эксплуатации установки КФР были замечены следующие недостатки:

- выходные отверстия для подачи железного порошка в процессе эксплуатации забиваются и требуют частой чистки;



Рис. 3. Усовершенствованный резаку для установки КФР

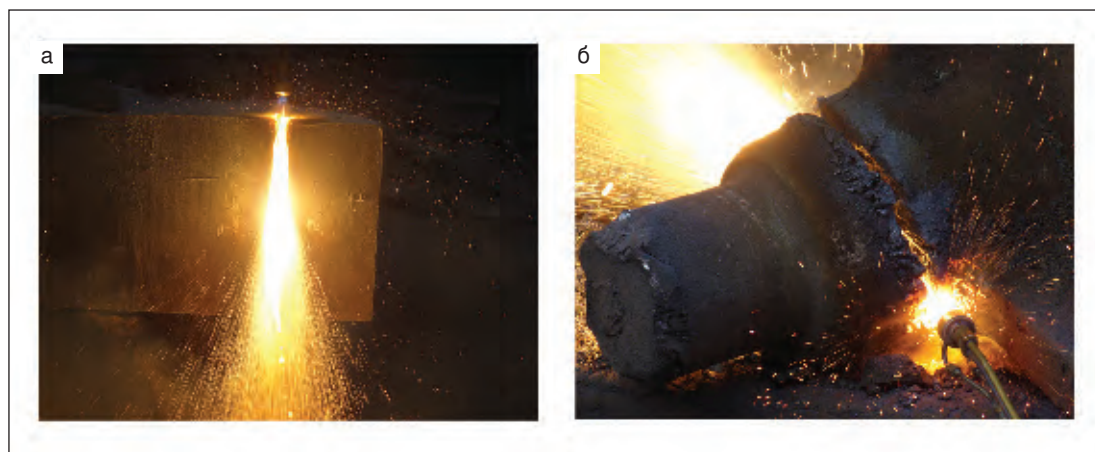


Рис. 4. Резка образцов: а — сталь 95Х18 толщиной 450 мм; б — прибыль из серого чугуна диаметром 380 мм

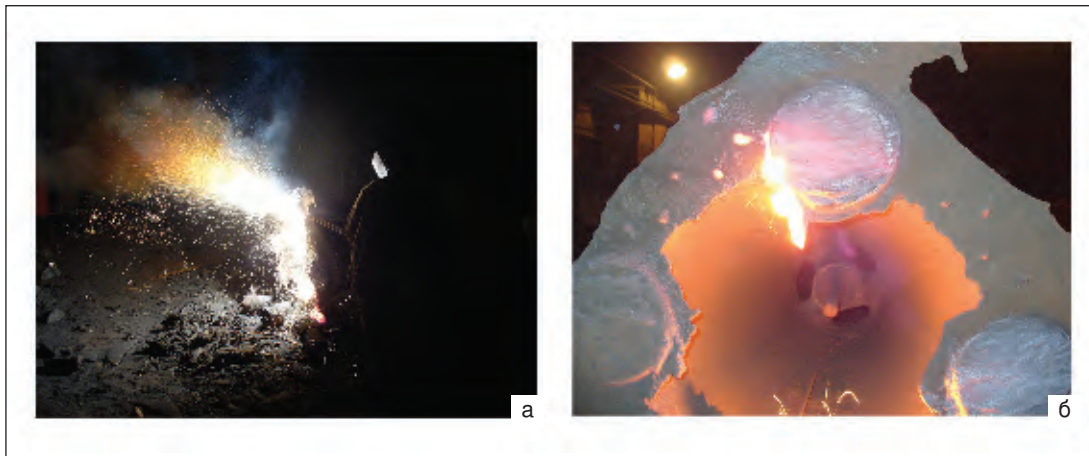


Рис. 5. Резка прибыли из стали 40Х9С2Л диаметром 270 мм (а) и поверхность реза (б)

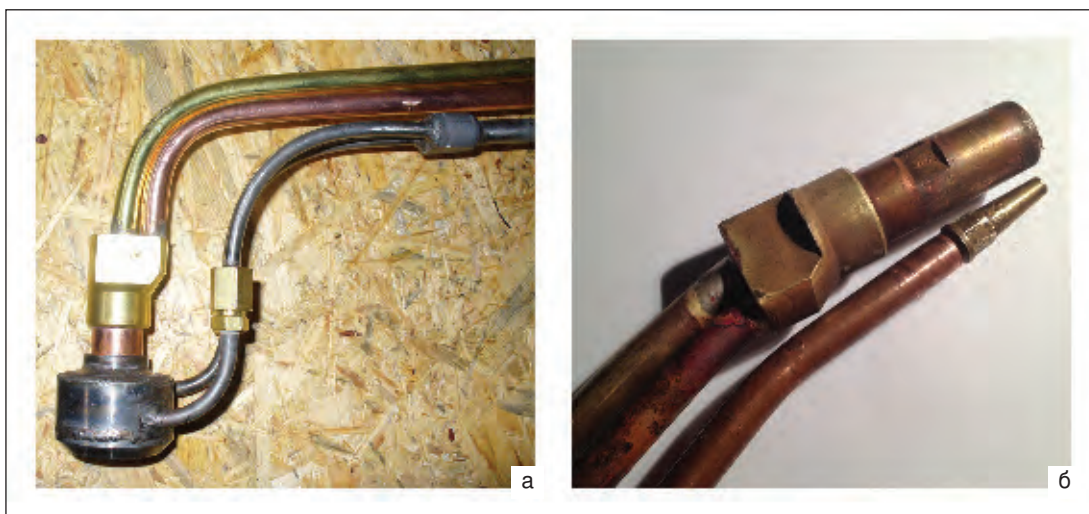


Рис. 6. Головка навесного оборудования до изменения (а); после изменения (б)

- угол загиба наконечника резака составляет около 90° , что неудобно при порезке прибылей;
- большая масса резака.

После согласования со специалистами завода автогенного оборудования «ДОН-МЕТ» были внесены следующие изменения:

- переработана головка навесного оборудования для подачи флюса в зону реза, она имеет сменные наконечниками для различных толщин разрезаемого металла (рис. 6);
- угол наклона наконечника резака уменьшен до 15° ;
- трубка подачи флюса в зону реза из нержавеющей стали заменена медной.

В результате уменьшилась масса резака, угол наклона стал более эргономичным, уменьшился расход железного порошка и, самое главное, увеличилась надежность резака.

Комплект кислородно-флюсовой резки показывает хорошие результаты при работе в температуре окружающей среды от -15°C до $+50^\circ\text{C}$, поэтому его успешно применяют как в условиях цеха, так и на открытых площадках. Ограничения по использованию КФР не отличаются от ограничений по применению обычной газокислородной резки.

Способ кислородно-флюсовой резки по сравнению с существующими способами имеет следующие преимущества:

- точное попадание флюса в зону реза;
- экономное использование флюса;
- сохранение температуры пламени нагрева и кинетической энергии струи режущего кислорода;
- исключение возможности взрыва установки, т.к. флюс в инертном газе без доступа кислорода не является взрывоопасным;
- увеличение толщины прорезаемого металла.

• #747

Проблемы организация сварочных работ на промышленном предприятии

Ю.В. Бутенко, главный сварщик ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект» (Николаев)

Известно, что сварка относится к специальным технологическим процессам, так как качество сварных соединений достоверно проконтролировать существующими методами невозможно, а недостатки процесса изготовления сварной конструкции могут проявиться в процессе ее эксплуатации. Поэтому для обеспечения должного качества сварных соединений на предприятиях, изготавливающих сварные конструкции либо выполняющих сварочные работы, должны быть грамотно организованы как основные процессы, так и подготовительные и вспомогательные.

В настоящее время более или менее рационально сварочные работы организованы на действующих крупных предприятиях, на которых еще со времен СССР сохранились бюро, отделы или управления по сварке и главный сварщик. На небольших предприятиях часто вообще нет специалистов со среднетехническим либо высшим образованием по сварке. В этом случае вопросами координации сварочных работ занимаются непрофессиональные специалисты, для которых сварка — это дополнительная нагрузка. И это приводит к негативным последствиям.

Позволю себе напомнить читателям об основных факторах, влияющих на качество сварных соединений:

- квалификация сварщиков и персонала по различным способам контроля;
- технические характеристики и состояние сварочного оборудования, инструмента, оснастки, приспособлений;
- качество основных и сварочных материалов;
- качество сборки под сварку;
- технологичность сварной конструкции;
- рациональный выбор технологии сварки.

Для обеспечения необходимого качества сварных швов на предприятии должна функционировать соответствующая система, а чтобы эта система работала, ею должно управлять должностное лицо, которое могло бы влиять на указанные факторы и несло персональную ответственность за конечный результат — за качество изготовления сварной конструкции. Решения, принимаемые этим должностным лицом относительно сварки и по другим вопросам, прямо либо косвенно влияющим на сварку, должны быть окончательными и не подлежать обжалованию.

С этой целью в структуре управления предприятием такой руководитель должен, по нашему мнению, занимать должность не ниже главного технолога, т. е. его положение должно позволять прямо влиять на

указанные выше факторы. На предприятиях Германии, например, надзорное лицо (за сваркой) в заводской иерархии занимает положение чуть ниже технического директора, и это позволяет ему в максимальной степени влиять на качество сварочных работ.

А кто же отвечает за качество сварочных работ на наших предприятиях? Единый тарифно-квалификационный справочник предусматривает должность «Главный сварщик», в то же время в некоторых документах и требованиях фигурирует должность «Руководитель сварочных работ», без четко прописанных обязанностей, прав и ответственности.

Пришло время подготовить Государственный стандарт по организации сварочных работ на промышленных предприятиях Украины любой формы собственности, с его регистрацией в Министерстве юстиции. Этот стандарт должен быть обязательным к исполнению, для чего надзор за его исполнением необходимо возложить на территориальные органы Госгорпромнадзора, тем более что на выполнение сварочных работ предприятия должны получать соответствующее разрешение от органов Госгорпромнадзора. В стандарте необходимо предусмотреть задачи и функциональные обязанности должностного лица, ответственного на предприятии за сварку, его права и ответственность, образование, стаж работы в сварочном производстве и другие требования. Естественно, один человек не в состоянии выполнить все необходимые работы и мероприятия, поэтому стандартом должна предусматриваться возможность и необходимость создания соответствующей службы, взаимодействующей с другими службами предприятия.

Мне могут возразить — зачем создавать новый документ, если есть ДСТУ ISO 3834? Ответу: ISO 3834 создавался для Европейских стран с учетом организации труда на предприятиях стран Западной Европы, с учетом менталитета и образа жизни граждан Европы. У нас все по-другому. Да и перейти на ISO 3834 — дело добровольное, зависящее от администрации предприятия.

Обращаюсь к равнодушным читателям с просьбой направлять в редакцию журнала «Сварщик» свои предложения по улучшению организации сварочных работ на промышленных предприятиях. Обществу сварщиков Украины, в свою очередь, необходимо решить вопрос об исполнителе-разработчике Государственного стандарта «Организация сварочных работ на промышленных предприятиях».

• #748



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

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

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

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

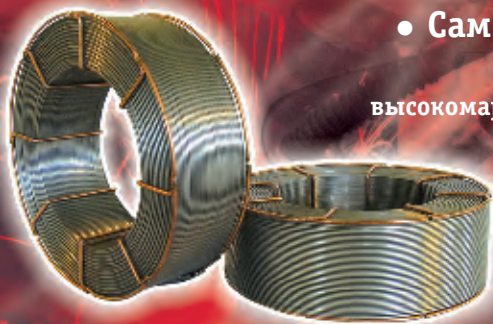
- **Покрытые электроды марки УОНИ-13/45, УОНИ-13/55**

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

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

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

и ПП-АНВМ-2 для механизированной сварки и наплавки высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 0Х14АГ12М и 30Г18Х4: ремонт переводов стрелочных, крестовин, ножей и зубьев ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит; «залечивание» дефектов литья, наплавка деталей и узлов из углеродистой стали; экономнолегированный, устойчивый к ударному износу наплавленный металл типа 30Г20Т и 15Х10Г20Т.



Сварочные электроды ОЗСМ ИЭС им. Е. О. Патона — это стабильное качество и высокая производительность сварки.

Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62 E-mail: sales@et.ua
т./ф. +380 44 287-2716, 200-8050, 289-2181,
200-8056 (многоканальный)

WWW.ET.UA



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

Расскажите, пожалуйста, о механизированной сварке модулированным током в среде защитных газов.

А.В. Сергеев (Краматорск)

Сварка с периодически изменяемой мощностью дуги известна давно (А.с. СССР № 100898). При этом различные авторы называли ее по-разному: импульсная, импульсно-дуговая сварка, сварка пульсирующей дугой, модулированным током, нестационарной дугой и др.

Сварка модулированным током (СМТ) является наиболее обобщающим термином и преследует главным образом две цели:

- обеспечение управляемого переноса электродного металла, повышение за счет этого стабильности процесса и уменьшение разбрызгивания;
- управление скоростью и направлением кристаллизации металла сварочной ванны, термоциклическое воздействие на ЗТВ, создание благоприятных условий для формирования шва при сварке в различных пространственных положениях.

Исходя из этих предпосылок выделяют два вида СМТ: импульсно-дуговую сварку и сварку пульсирующей дугой.

Импульсно-дуговая сварка — один из вариантов СМТ, при котором обеспечивается управляемый перенос электродного металла. Сварку выполняют на двух энергетических уровнях, соответствующих действию импульса тока (высокий уровень) и паузы (низкий уровень), когда сила тока либо равна нулю (рис. 1, а), либо для улучшения стабильности дугового процесса имеет небольшое значение (рис. 1, б). Импульс тока имеет, как правило, прямоугольную или близкую к ней форму (скорость нарастания силы тока ≥ 10 кА/с), частота переноса капли соответствует частоте следования импульсов тока $f \geq 25$ Гц.

Сварка пульсирующей дугой — второй вариант сварки модулированным током. При этом способе сварка активно влияет на механические свойства сварного соединения за счет термоциклического воздействия на сварочную ванну и ЗТВ. Параметры режима сварки: время нарастания t_n и спада t_c тока соизмеримы со временем импульса $t_{\text{и}}$ и паузы $t_{\text{п}}$ (рис. 1, в). Скорость изменения ≤ 10 кА/с, а частота следования импульсов $f < 25$ Гц. На рис. 1, в, г, д показаны циклограммы различных способов сварки пульсирующей дугой.

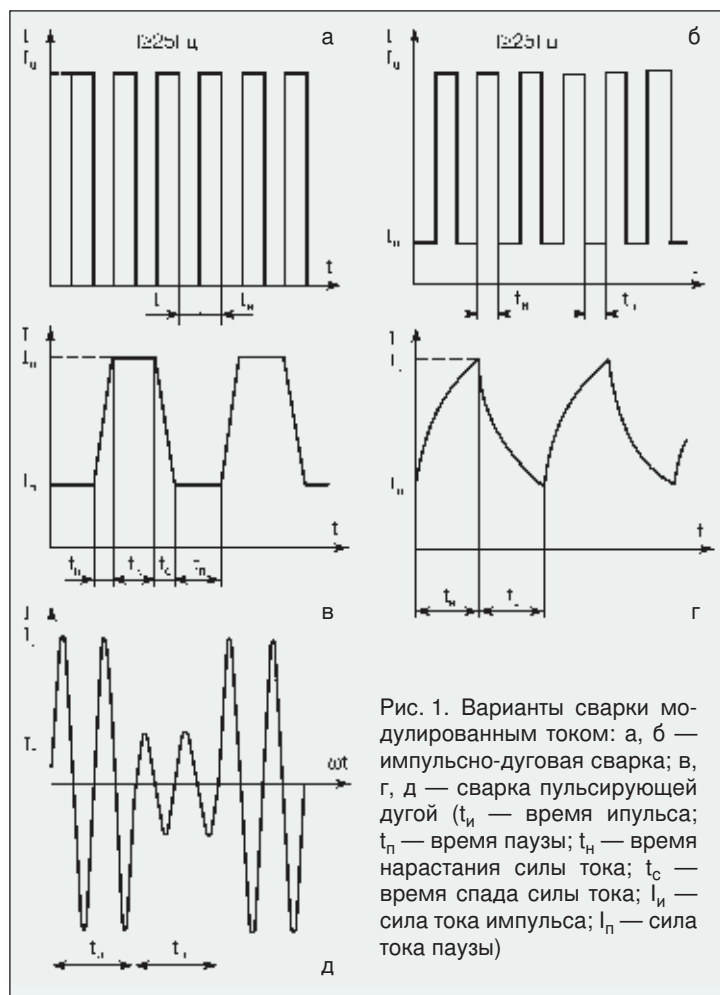


Рис. 1. Варианты сварки модулированным током: а, б — импульсно-дуговая сварка; в, г, д — сварка пульсирующей дугой ($t_{\text{и}}$ — время импульса; $t_{\text{п}}$ — время паузы; t_n — время нарастания силы тока; t_c — время спада силы тока; $I_{\text{и}}$ — сила тока импульса; $I_{\text{п}}$ — сила тока паузы)

При импульсно-дуговой сварке на основной сварочный ток непрерывно горящей дуги накладывают кратковременные импульсы тока, под воздействием которых происходит ускоренное плавление конца электрода, формирование шва и отрыв капели (рис. 2). Наиболее важными параметрами, оказывающими решающее влияние на перенос металла, являются амплитуда тока в импульсе $I_{\text{и}}$ и продолжительность импульса $t_{\text{и}}$. Базовый ток (ток в паузе) $I_{\text{б}}$ и продолжительность базы $t_{\text{б}}$ в пределах периода следования импульсов $T = t_{\text{и}} + t_{\text{б}}$, при частоте следования импульсов $f_{\text{и}} = 1/T$. Основным условием управляемого переноса при импульсно-дуговой сварке является отрыв капли каждым импульсом тока и возможность управления частотой переноса капели. Если капля отрывается при силе тока, близкой к амплитудной, то перенос металла сопровождается повышенным разбрызгиванием. Отрыв капли в конце действия импульса (точка К на рис. 2) обеспечивает управляемый перенос металла при сварке во всех пространственных положениях с минимальными потерями на разбрызгивание.

Импульсно-дуговую сварку применяют при защите дуги аргоном и смесями аргона с углекислым газом. Для сварки сталей наибольший интерес представляет импульсно-дуговая сварка в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$.

При импульсно-дуговой сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей целесообразно использовать смеси с максимально допустимым количеством CO_2 — 20–25%. При сварке высоколегированных сталей оптимальное количество CO_2 в смеси обусловлено специфическими требованиями, предъявляемыми к соединениям (например, к коррозионной стойкости швов). Длительность импульса при сварке в смеси на основе аргона составляет $(2,5\text{--}4,5) \cdot 10^{-3}$ с. Сила тока импульса $I_{\text{и}} \approx 1,4\text{--}2,2 I_{\text{к}}$. Оптимальные значения частоты следования импульсов $f_{\text{и}} = 25\text{--}150 \text{ с}^{-1}$. Большая частота соответствует большому значению силы тока.

В последние годы получили распространение синергетические системы управления режимами импульсно-дуговой сварки. При этом способе управления сваркой плавающим электродом в инертных газах параметры генерируемых импульсов тока непосредственно связаны со скоростью подачи электродной проволоки. Для выбранной скорости подачи электродной проволоки амплитуда, длительность и частота следования импульсов тока при синергетическом

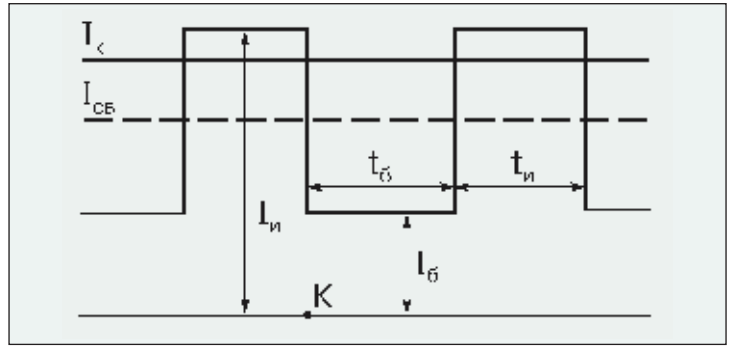


Рис. 2. Схематическое представление осциллограммы сварочного тока при импульсной сварке: $I_{\text{и}}$ — сила тока импульса; $I_{\text{б}}$ — сила тока базы; $I_{\text{св}}$ — среднее значение силы тока; $I_{\text{к}}$ — критическое значение силы тока; $t_{\text{и}}$ — продолжительность импульса; $t_{\text{б}}$ — продолжительность базы; К — момент отделения капли от электрода

управлении запрограммированы таким образом, чтобы каждый импульс тока сопровождался отделением одной капли электродного металла при равномерной скорости плавления электрода и постоянной длине дуги. Если изменялась скорость подачи электродной проволоки, то соответствующим образом изменялась и частота следования импульсов тока либо их длительность, а также сила тока базы. Для оперативного подбора требуемых параметров в синергетической системе варьируются только один-два параметра, а в обычной системе управления импульсно-дуговой сваркой их намного больше.

К достоинствам синергетического управления можно отнести:

- оперативность выбора и переналадки оптимальных параметров режима сварки;
- обеспечение стабильности горения дуги при наличии возмущений, связанных с изменением скорости подачи проволоки, вылета электрода и напряжения сети;
- высокое качество формирования швов при сварке во всех пространственных положениях;
- качественное выполнение начала и окончания (заварка кратера) шва;
- управляемое разбавление наплавленного металла основным;
- меньшее разупрочнение металла ЗТВ;
- возможность использования проволоки большего диаметра (1,2; 1,6 мм) взамен проволоки диаметром 0,8–1,0 мм.

В то же время сварка с синергетическим управлением в ряде случаев не может конкурировать с традиционными способами сварки, например, со сваркой в нижнем положении проволокой сплошного сечения диаметром 2 мм или порошковой проволокой. К недостаткам этого способа сварки следует также отнести более высокую стоимость оборудо-

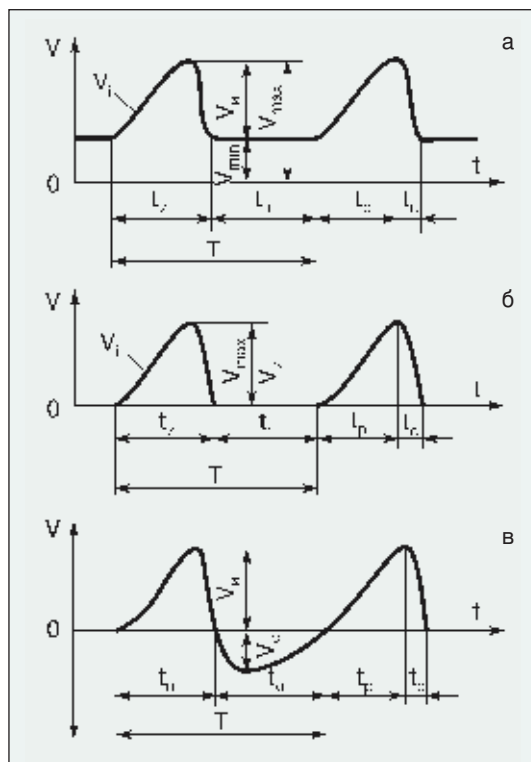


Рис. 3. Варианты дуговой сварки с импульсной подачей электродной проволоки: t_i и t_p — длительность импульсов подачи и длительность паузы; T — период повторения импульсов подачи; t_p и t_c — длительность разгона и спада импульса подачи; V_i и V_m — скорость подачи электрода в импульсе и в паузе; V_{max} — суммарная скорость подачи в импульсе; V_i — текущая скорость подачи

дования, необходимость тщательной очистки поверхности свариваемых кромок. При сварке в CO_2 импульсы тока не способствуют формированию мелких капель и их направленному переносу при постоянно горячей дуге, за исключением случаев использования электродной проволоки, активированной легкоионизируемыми соединениями щелочных и щелочноземельных элементов.

Модулирование силы тока может быть полезным при сварке в CO_2 с короткими замыканиями для ограничения силы тока в момент разрыва перемычки, соединяющей каплю жидкого металла с электродом, с целью уменьшения разбрызгивания. Это позволит снизить разбрызгивание металла на 40–50%.

При сварке с импульсной подачей электродной проволоки электроду сообщают импульс подачи в направлении ванны, под действием которого капля расплавленного металла на торце электрода приобретает дополнительную кинетическую энергию, способную при мгновенной остановке электрода вызвать принудительный отрыв капли или обеспечить ее касание со сварочной ванной. При этом используют наложение кратковременных импульсов подачи на постоянную составляющую скорости подачи электродной проволоки (рис. 3, а), дискретные импульсы подачи с периодическими остановками движения электродной проволоки (рис. 3, б) и периодическую реверсивную подачу электродной проволоки (рис. 3, в). По схеме, показанной на рис. 3, а, реализован известный способ вибродуговой наплавки.

Среднюю скорость подачи электродной проволоки V определяют по формуле

$$V = f_n (h + TV_{min}),$$

где f_n — частота следования импульсов подачи; h — шаг подачи проволоки. Сумма $h + TV_{min}$ обуславливает размер капель электродного металла. Когда $V_{min} = 0$ (см. рис. 3, б), то $V = f_n h$. В процессах, протекающих по схеме на рис. 3, в, из скорости подачи проволоки в направлении ванны вычитают скорость реверсивной подачи V_o . ● #749

Ответ подготовили кандидаты техн. наук
Ю.В. Демченко и Г.И. Лашенко.

Продолжение в следующем номере журнала.



Азовсталь освоила производство нового вида проката

На комбинате «Азовсталь» успешно завершились испытания экспериментальной партии металлопроката номинальной шириной до 3300 мм толщиной менее 14 мм. Толстолистовой цех предприятия впервые прокатал листы такого профиля. До сих пор максимальная ширина выпускаемого предприятием проката толщиной менее 14 мм не превышала 3200 мм.

Освоение нового широкоформатного вида проката даст комбинату дополнительные конкурентные преимущества и позволит принимать заказы повышенной сложности. Для Украины новый прокат уникален. Ни одно металлургическое предприятие в стране не имеет производственной базы для выпуска продукции подобных габаритов.

«Сейчас штрипсовый прокат 8–20×3200–3300 мм востребован на рынках дальнего зарубежья. Многие трубные заводы заказывают крупные партии широкого металлопроката. Мы нуждаемся в этих заказах. Поэтому планомерно укрепляем позиции «Азовстали» на рынке, разрабатывая и осваивая технологии выпуска необходимой потребителю продукции», — отметил генеральный директор ПАО «МК «Азовсталь» Энвер Цикитишвили.

ПАО «Металлургический комбинат «Азовсталь» — современное высокотехнологичное предприятие, производящее широкий спектр металлопродукции. Производственные мощности комбината позволяют производить в год более 5,5 млн. т чугуна, более 6,2 млн. т стали и более 4,4 млн. т проката.

www.minprom.ua



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

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



*Качество продукции подтверждается
объемами поставок
и широким кругом партнеров*



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

Представители:

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

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

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

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

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

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

Дистрибьюторы:

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

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

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

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



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

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

ООО НПП
РЕММАШ

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

**Разработка и
изготовление
оборудования
для механизированной дуговой наплавки**

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



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

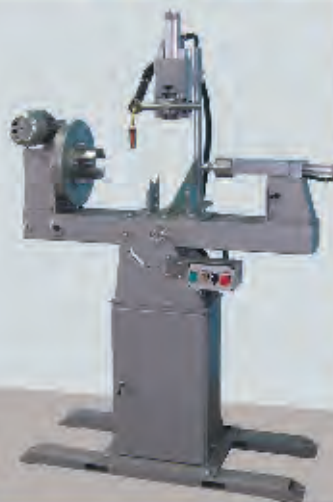
ИЗРМ-5 —
универсальная
установка
автоматической
дуговой наплавки
малогабаритных
цилиндрических
деталей



**НАВКО-
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

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



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТотехнологические
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

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

E-mail: info@navko-teh.kiev.ua



**СВАРКА
и РЕЗКА**

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

8-11.04.2014



МАШИНОСТРОЕНИЕ

4-я международная специализированная выставка



ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ, ПОКРЫТИЯ
Международная специализированная выставка



ЛИТМЕТЭКСПО
Международная специализированная выставка

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



Организатор:

МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58

+375 17 226 90 83

Факс: +375 17 226 98 58

+375 17 226 99 36

E-mail: e.fedorova@solo.by

партнер выставки:



ЭКСПЕРТЫ В СВАРКЕ

Генеральный
информационный
партнер:



Основы разработки технологии сварки плавлением*

1. Способы сварки

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

Электрошлаковая сварка (ЭШС) — эффективный процесс соединения металлических заготовок большой толщины (40 мм и более) практически любых классов стали, алюминия, меди, титана и сплавов на их основе одним проходом. Этот способ сварки разработан в ИЭС им. Е.О. Патона в 1949 г. и в последующие годы получил широкое распространение во всем мире, оказывая решающее влияние на характер и темпы развития технического прогресса в тяжелом и транспортном машиностроении, металлургии, строительстве и других отраслях промышленности.

По способу формирования металла различают электрошлаковую сварку со свободным и принудительным формированием. Наиболее распространена сварка с принудительным формированием проволочным электродом (рис. 14). Процесс плавления протекает в пространстве, образованном кромками свариваемых изделий 1 и шлакоудерживающими приспособлениями 3, где создается ванна расплавленного шлака 4, в которую погружаются металлические стержни — электроды 2. Ток, проходя между электродами и основным металлом, нагревает расплав и поддерживает в нем высокую температуру и электропроводность.

Шлаковая ванна представляет собой расплав солей, оксидов, сульфидов и других химических соединений, который обладает ионной проводимостью, подчиняющейся закону Ома в широких пределах температуры и плотности тока. В определенных условиях возможна также электронная и дырочная проводимость шлака.

В общем объеме шлаковой ванны, имеющей по сравнению со свариваемым металлом значительно большее омическое сопротивление вообще и в центральном ядре межэлектродного промежутка в частности,

происходит преобразование электрической энергии в тепловую.

Недавно полученные методом прямых визуальных наблюдений экспериментальные данные позволили существенно уточнить характер протекания процесса электрошлаковой сварки проволочным электродом (см. Плавление электрода и основного металла при электрошлаковой сварке /Б.Е.Патон, И.И.Лычко, К.А.Ющенко и др./// Автоматическая сварка — 2013. — №7. — С. 33–40). В частности, установлено, что в зазоре, образованном свариваемыми кромками основного металла, нет четкого разделения между шлаковой и металлической ванной. При устойчивом процессе ЭШС проволочный электрод оплавляется в шлаковой ванне по поверхности, смачиваемой

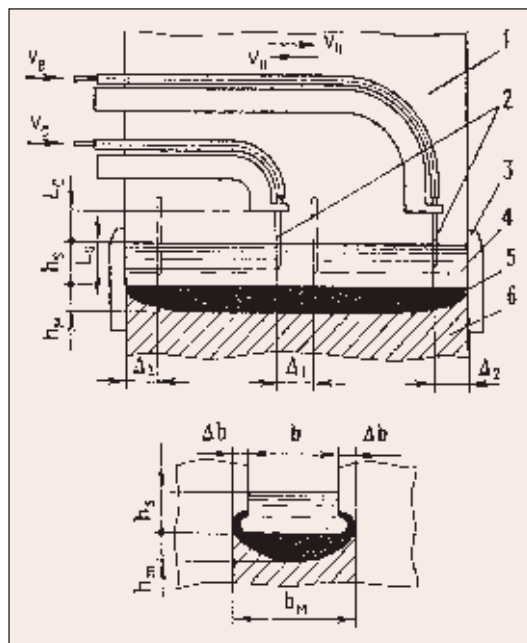


Рис. 14. Схема электрошлаковой сварки проволочным электродом в вертикальном положении с принудительным формированием шва (а) и характер оплавления кромок (б): 1 — свариваемое изделие; 2 — электроды; 3 — шлакоудерживающее устройство; 4 — шлаковая ванна; 5 — металлическая ванна; 6 — шов

* Продолжение. Начало в №1-5-2013.

Рис. 15.
Схема электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком: 1 — плавящийся мундштук; 2 — электродная проволока; 3 — формирующее устройство; 4 — шлаковая ванна; 5 — металлическая ванна; 6 — шов

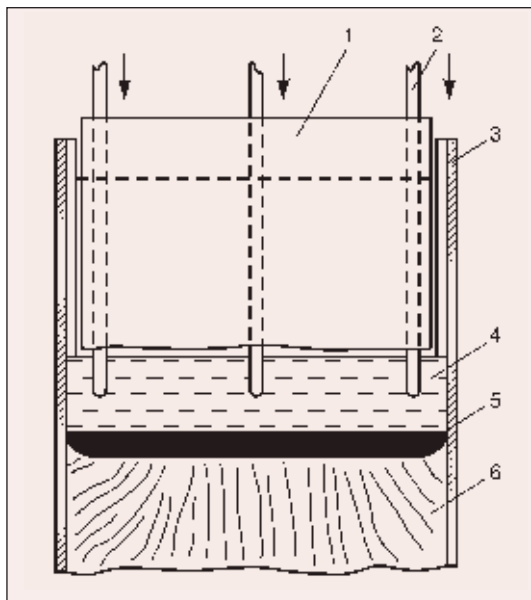


Рис. 16.
Схема электрошлаковой сварки электродом большого сечения: 1 — электрод большого сечения; 2 — формирующее устройство; 3, 4 — шлаковая и металлическая ванны; 5 — шов

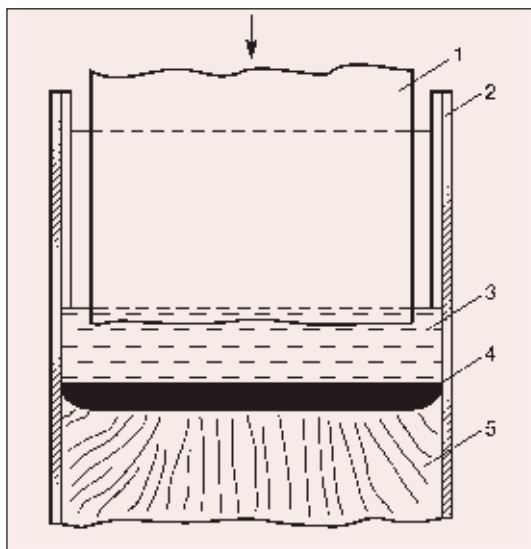
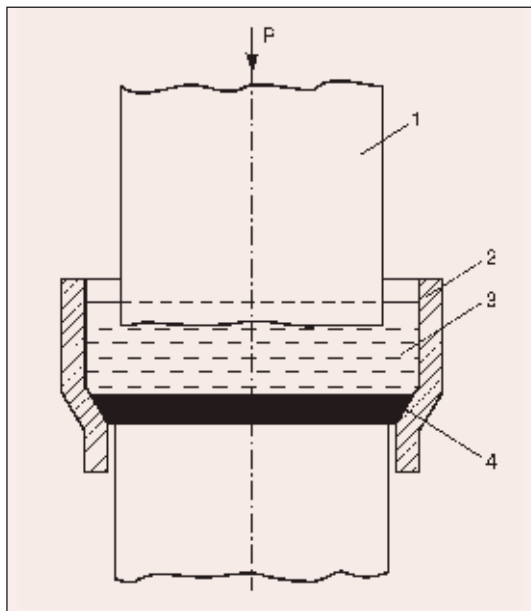


Рис. 17.
Схема контактно-шлаковой сварки: 1 — свариваемое изделие; 2 — шлакоудерживающее устройство; 3 — шлаковая ванна; 4 — металлическая ванна



шлаком. При попадании жидкого электродного металла в промежуток между электродом и зеркалом металлической ванны образуется шлакометаллогазовый разряд плазменного типа, который чередующимися импульсами перегретой массы посредством электро-, гидродинамических ударов переносится в металлическую ванну. Отражаясь от дна, перегретая смесь, включая металлическую ванну, поднимается вверх к свариваемым кромкам и передает им, а также шлаковой ванне тепловую энергию.

Взрывной характер переноса и большая подвижность перегретой шлакометаллической смеси обеспечивают грибовидную форму проплавления свариваемых кромок (рис. 14, б).

Важной особенностью электрошлакового процесса является наличие циклически повторяющихся шлакометаллогазовых разрядов плазменного типа.

В неоднородной по температуре шлаковой ванне можно выделить следующие характерные участки:

- шлакометаллогазовый разряд плазменного типа (объем V_1), который непосредственно контактирует с электродом и имеет наивысшую температуру;
- активную зону (объем V_2), которая отличается меньшей температурой по сравнению с V_1 , но более высокой по сравнению с температурой основного объема шлаковой ванны.

В обеих зонах электрическая энергия преобразуется в тепловую, происходит плавление и перенос электродного металла, а также формирование шва. При этом часть объема шлаковой ванны, расположенного над зоной V_2 , обеспечивает равновесное состояние области V_1 , защиту металлической ванны от воздействия атмосферы и практически не является проводником сварочного тока. Кроме ЭШС проволочным электродом, в производственной практике достаточно широко распространены другие ее разновидности: плавящимся мундштуком (рис. 15), электродом большого сечения (пластинчатым и ленточным) (рис. 16), локально используется контактно-шлаковая сварка (рис. 17).

Электрошлаковая сварка плавящимся мундштуком отличается от сварки проволочными электродами тем, что последние поступают в шлаковую ванну через стальные трубчатые каналы, приваренные дуговой сваркой к стальным пластинчатым мундштукам, которые устанавливают в раз-

делке неподвижно, они расплавляются по мере подъема шлаковой ванны, выделяя при этом дополнительную теплоту.

Существуют различные конструкции и варианты исполнения плавящихся мундштуков (см., например: *Электрошлаковая сварка и наплавка / Под ред. Б.Е. Патона. — М.: Машиностроение, 1980. — 511 с.*). Мундштук состоит из расплавляемой и нерасплавляемой частей. Длина расплавляемой части определяется длиной стыка с учетом входного кармана и выходных планок. Нерасплавляемая часть предназначена для крепления мундштука и присоединения к нему сварочного кабеля.

Плавящийся мундштук надежно ограждает от кромки свариваемого металла специальными изоляторами. С помощью плавящихся мундштуков можно сваривать детали толщиной 20–300 мм, в том числе переменного сечения.

Электроды большого сечения применяют для сварки прямолинейных швов длиной не более 1500 мм металла толщиной 30–1000 мм.

При сварке металла толщиной до 200 мм обычно применяют один пластинчатый электрод, при большой толщине металла — два или три. Для равномерной загрузки трехфазной сети рекомендуют использовать три электрода.

Ленточный электрод подают в шлаковую ванну через направляющую обойму, изолированную от свариваемых кромок, с помощью специальных прокладок. В зависимости от толщины свариваемого металла используют одну, две или три ленты. Направляющие обоймы служат плавящимися мундштуками, их изготавливают из листового металла толщиной 1–2 мм и с химическим составом, близким составу свариваемого металла. Толщина электродных лент 1–1,2 мм.

Особенность контактно-шлаковой сварки состоит в том, что электродами служат свариваемые изделия. После оплавления свариваемых поверхностей и образования металлической ванны на нижней поверхности свариваемые части сближаются, шлак вытесняется из пространства между ними, расплавленный металл кристаллизуется и образуется неразъемное соединение.

Электрошлаковая сварка на переменном токе протекает более устойчиво, чем на постоянном. Поэтому для ЭШС используют, как правило, трансформаторы. Источники постоянного тока применяют в основном при сварке металла толщиной 50 мм и менее.

В связи с тем, что тепловая энергия шлаковой ванны велика, низкочастотные (от нескольких герц и более) изменения напряжения и даже кратковременные отклонения сварочного тока практически не ухудшают устойчивости ЭШС. Источники питания, применяемые для дуговой сварки, могут быть использованы и для электрошлаковой сварки. Однако более стабильный процесс получают при использовании специализированных источников питания с низким напряжением холостого хода, жесткой и пологопадающей внешней характеристикой.

Электрошлаковый процесс устойчив при плотности тока 0,2–300 А/мм² и с одинаковым успехом возможен при использовании проволочных электродов диаметром 1,6 мм и менее и пластинчатых электродов сечением 400 мм² и более.

Среди параметров режима ЭШС выделяют первичные, или независимые, и вторичные, или зависимые. К первичным параметрам режима относят: скорость подачи электрода в шлаковую ванну V_e , м/ч (м/с); глубину шлаковой ванны n_s , см; сухой вылет электрода L_s , см; сечение электрода F_e , см²; суммарное падение напряжения на вылете электрода и в шлаковой ванне (напряжение сварки) U_e , В; скорость возвратно-поступательного перемещения электрода вдоль зазора между свариваемыми кромками V_{Π} , м/ч (см/с); число электродов n ; зазор между свариваемыми кромками b , см (см. рис. 14).

К зависимым параметрам режима сварки относят, прежде всего, силу сварочного тока I_e , А. Она определяется сечением электрода и скоростью его подачи, а также в некоторой степени проводимостью шлаковой ванны и скоростью сварки.

Скорость сварки V_c зависит от скорости подачи электрода и его сечения, а также от числа электродов, толщины свариваемых кромок и зазора между ними:

$$V_c = V_e F_e / F_{\Pi},$$

где F_{Π} — площадь поперечного сечения зазора между кромками.

Напряжение сварки зависит от сварочного тока, если использован источник тока с падающей внешней характеристикой. При сварке с питанием от источника с жесткой характеристикой напряжение практически равно напряжению холостого хода источника.

Из других зависимых параметров режима сварки важное значение имеет расстояние между начальным и конечным положениями двух смежных электродов Δ_1 (см. рис. 14).

Элементы формы и размеров шва следующие: ширина b_m , см; глубина h_m , см; коэффициент формы металлической ванны $\psi = b_m/h_m$. Последний может изменяться от 0,8 до 10 при среднем значении 1,5–4. С изменением ширины шва связано изменение долей электродного и основного металла в нем, определяющих химический состав шва.

Помимо коэффициента формы ванны, характеристикой формы шва служит высота усиления. Она зависит от величины углубления в формирующих канавках ползунов или накладок, ее принимают равной 1,5–2 мм при сварке пластинчатыми электродами (требуется последующая механическая обработка металла шва).

Глубина проплавления кромки Δb (см. рис. 14, б) является не только объективным показателем эффективности ЭШС, но и индикатором качества будущего сварного соединения. Практикой установлено, что если $\Delta b \leq 5$ мм, можно ожидать в зоне термического влияния высокие механические свойства без последующей высокотемпературной термической обработки.

Среди достоинств ЭШС выделяют следующие:

- высокую устойчивость процесса, мало зависящую от рода тока, нечувствительность к кратковременным изменениям тока и даже его прерыванию;
- высокую производительность. По скорости плавления присадочного металла ЭШС вне конкуренции. Она позволяет допускать нагрузку на электрод до 10 000 А, что невозможно при дуговой сварке;
- значительную экономичность процесса. На плавление равных количеств электродного металла при ЭШС затрачивают электроэнергии на 15–20% меньше, чем при дуговой сварке под флюсом. Расход флюса при ЭШС меньше, чем при дуговой сварке в 10–20 раз и составляет около 5% расхода электродной проволоки;
- малую чувствительность к качеству подготовки кромок;
- высокое качество защиты ванны от воздуха — не ниже, чем при дуговой сварке под флюсом, а с дополнительной защитой шлаковой ванны струей газа — выше;
- недефицитность и сравнительно низкую стоимость сварочных материалов;
- возможность вести сварку без сопутствующего, а во многих случаях и без предварительного подогрева свариваемого изделия.

Электрошлаковая сварка не лишена и отдельных недостатков. Основной из них —

перегрев металла шва и зоны термического влияния и снижение вследствие этого качества сварного соединения, в особенности ударной вязкости металла.

Сегодня известны десятки технических решений, имеющих целью увеличить скорость сварки и повысить качество сварного соединения, особенно ударной вязкости металла. Для изготовления металлоконструкций из низколегированных сталей наиболее эффективны ЭШС с дополнительной присадкой порошкообразных материалов, ЭШС с сопутствующим охлаждением металла шва и ЗТВ, ЭШС с дозированной подачей мощности в зону сварки («скоростная» ЭШС), ЭШС на увеличенном сухом вылете электродной проволоки и др. (см., например: *Электрошлаковая сварка (перспективы развития)* / Б.Е. Патон, Д.А. Дудко, А.М. Пальти и др. // *Автоматическая сварка*. — 1999. — №9. — С. 4–6). Поиск новых решений продолжается и в настоящее время.

Следует отметить, что при скорости ЭШС свыше 5 м/ч необходимо автоматическое управление и контроль основных параметров процесса: напряжения на шлаковой ванне, глубины шлаковой ванны, коэффициента формы шва, а значит, сварочного зазора, проплавления кромки, глубины металлической ванны и др. Часть устройств для создания автоматической системы управления уже разработана и используется в установках, другая часть еще только разрабатывается, в том числе специальные датчики, источники питания и токоподводы, способные подавать в плавильное пространство распределенные импульсы различной формы.

Широкое промышленное использование ЭШС позволило коренным образом изменить производство и монтаж крупных машин и сооружений. Отпала необходимость в создании уникальных по мощности цехов и агрегатов для литья,ковки и механической обработки таких крупных деталей, как валы гидротурбин, станины мощных прессов и т. д. Стало возможным на монтажной площадке соединять сваркой детали практически неограниченной толщины, соблюдая при этом заданные допуски по размерам.

При сварке **углеродистых и низколегированных сталей** наиболее широко применяют проволочные электроды и плавящиеся мундштуки. При сварке углеродистых сталей, содержащих 0,3–0,5% С, существует опасность образования горячих трещин. Чувствительность к горячим трещинам в шве возрастает с увеличением жесткости свариваемого металла.

ваемых конструкций. Предварительный и сопутствующий подогрев могут существенно снизить опасность появления трещин даже при сварке жестких стыков (например, на участке замыкания кольцевого шва). Одним из радикальных средств по предотвращению горячих трещин служит снижение скорости подачи электродной проволоки.

Для предотвращения возникновения околошовных трещин в углеродистых сталях рекомендуют предварительный подогрев изделия, сварку на повышенном напряжении и пониженной скорости подачи электродной проволоки. Хорошего результата достигают при сварке на повышенном вылете электродной проволоки.

Сварные конструкции из котельных сталей, изготовленные с применением ЭШС, подвергают высокотемпературной термической обработке.

Наличие в **низколегированных сталях** ряда легирующих элементов обуславливает возможность появления закалочных структур в зоне термического влияния, что при неблагоприятном сочетании других факторов может вызвать уменьшение стойкости ее против холодных трещин. Легирующие элементы могут снизить также сопротивляемость швов горячим трещинам, усугубить или, напротив, ослабить последствия перегрева и склонность к хрупкому разрушению металла в зоне термического влияния. Наибольшие трудности при сварке сталей этого класса связаны с получением ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния вблизи границы сплавления.

Правильно выбранные режимы и приемы ЭШС ослабляют перегрев металла и позволяют в ряде случаев отказаться от нормализации (ЭШС с сопутствующим охлаждением, с подачей порошкообразного присадочного материала, с преимущественным выделением теплоты у ползунов и др.). Иногда используют предварительный подогрев начальных участков шва или участков повышенной жесткости.

Трудности при ЭШС **среднелегированных сталей** возникают с получением требуемых свойств металла в зоне термического влияния. Эту задачу решают путем выбора рациональных режимов сварки и последующей высокотемпературной термической обработки.

При ЭШС **высоколегированных сталей** различных классов применяют пластинчатые электроды, плавящиеся мундштуки, специальные сварочные материалы, ра-

циональные режимы сварки, а в некоторых случаях высокотемпературную термическую обработку.

Электрошлаковую сварку используют для соединения **алюминевых шин** электролизеров сечением 60×530, 70×650, 140×650, 180×430 мм. Эта задача решена на основе использования эффективных источников питания, автоматов для подачи пластинчатых и проволочных электродов, оптимизации химического и гранулометрического состава флюсов.

При ЭШС **титана** и его сплавов используют пластинчатые, проволочные электроды и плавящиеся мундштуки. Чтобы избежать загрязнения наплавленного металла, применяют дополнительную защиту шлаковой ванны аргоном. При этом содержание кислорода снижается в 10 раз, а водорода — в 6–7 раз. Твердость наплавленного металла снижается примерно в 3,5 раза.

Весьма эффективным способом снижения локального перегрева металлической ванны и усиления переноса теплоты на ее периферию является барботирование металлической ванны аргоном. При этом измельчается структура металла шва и интенсифицируется процесс рафинирования металла. Электрошлаковой сваркой соединяют изделия из титана с толщиной металла до 400 мм.

Электрошлаковую сварку **меди** выполняют пластинчатыми электродами и плавящимся мундштуком. Используют специальные легкоплавкие флюсы на основе фторидов щелочноземельных элементов (типа АН-М10) и формирующие устройства в виде накладок из графита. ЭШС меди применяют при изготовлении бандажей-кристаллизаторов, предназначенных для получения исходных заготовок из жидкого алюминия или меди для последующей их прокатки в катанку.

Лидером по использованию электрошлаковой сварки в Украине является ПАО «Новокраматорский металлургический завод». ПАО «НКМЗ» — первое предприятие, широко внедрившее совместно с ИЭС им. Е.О. Патона технологию ЭШС в тяжелом машиностроении. На основе более чем 60-летнего опыта успешного использования ЭШС разработаны и освоены технологии изготовления крупных тяжеловесных элементов массой до 300 т при создании уникального кузнечно-прессового, прокатного, энергетического и другого оборудования, поставляемого заводом во многие зарубежные страны.

● #750

Продолжение в следующих номерах журнала.

Сварка трением с перемешиванием. Контроль параметров и управление процессом

В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, С.В. Васильев, ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель», Р.Р. Гайнуллин, С.Н. Чумаров, А.Х. Рахимов, ООО «ЭСКОН» (Чебоксары)

Технологический процесс сварки трением с перемешиванием алюминиевых сплавов достаточно хорошо изучен, его широко применяют при производстве изделий из листового алюминиевого проката. Соответствующее технологическое оборудование, как правило, не является универсальным и изготавливается применительно к конкретному производству на основании технического задания заказчика, однако принцип его работы и функциональная схема построения практически одинаковы.

В ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель» данный процесс внедрен в производство в 2010 г. Первоначально сварку трением с перемешиванием выполняли на установке FSW SuperStir Plant производства компании ESAB при изготовлении заготовок крупногабаритных деталей автомобильных полуприцепов. В настоящее время силами специалистов предприятия изготовлена установка для сварки исходного листового алюминиевого проката с целью получения больших карт длиной до 14 м произвольной ширины.

Процесс сварки трением с перемешиванием, как и всякий другой технологический процесс, характеризуется определенным набором физических параметров, наиболее значимыми из которых являются: усилие F , прикладываемое вдоль оси вращения инструмента, частота вращения инструмента n и скорость его перемещения V по заданной траектории. Значения параметров варьируются в широком диапазоне в зависимости от геометрии инструмента, марки применяемых сплавов и толщины свариваемых деталей.

Подача шпинделя с инструментом по оси Z , как правило, производится гидроцилиндром до достижения определенного значения усилия F . Далее в процессе сварки данная величина должна поддерживаться постоянной, не зависящей от возможных небольших изменений координаты Z . Очевидно, что это осуществимо при наличии обратной связи между датчиком давления

масла в гидроцилиндре и системой гидроклапанов, соединяющих его с гидросистемой, что позволяет стабилизировать давление масла при колебаниях штока гидроцилиндра. В изготовленной установке применен гидроцилиндр с встроенным датчиком положения штока типа ТЗ-100-Р-0200-С-з-03 производства компании СМВ в комплекте с пропорциональным распределителем и электронной картой управления типа EWM-SP-DAD производства компании Duplomatic Oleodinamica. При этом рабочее давление и, соответственно, усилие на штоке создается за счет разности давлений в камерах гидроцилиндра.

Одним из необходимых условий качественной сварки является отсутствие зазора между соединяемыми деталями в процессе сварки при выполнении стыкового шва. Максимальные раздвигающие усилия возникают в момент внедрения инструмента в материал деталей, поэтому большое значение имеет режим внедрения. Возможны два варианта режима внедрения инструмента: с постоянной скоростью по оси Z и с постоянной скоростью возрастания усилия F . В обоих случаях внедрение осуществляют до достижения заданного значения F . Далее следует выдержка в течение времени τ , необходимая для разогрева материала деталей до требуемой температуры, после чего включают привод движения по оси X .

Стабилизация частоты вращения инструмента n в пределах $\pm 5\%$ реализуется с помощью стандартного частотного привода на основе асинхронного электродвигателя. Привод движения по оси X также можно выполнить аналогично, однако при работе в автоматическом режиме требуется применение синхронного двигателя с целью точного измерения координаты X .

Как говорилось выше, величины F , n и V определяют опытным путем для различных марок сплавов, толщины деталей и различной геометрии инструмента. Процесс этот

достаточно трудоемок с учетом проведения необходимых механических испытаний образцов сварного шва. Между тем имеется объективный физический параметр процесса — механическая работа W , совершаемая инструментом в процессе движения по шву. Данный параметр однозначно определяет температуру материала деталей, а следовательно, и характер его перемешивания и, соответственно, макро- и микроструктуру зоны сварного соединения. Оценить величину W достаточно просто через механическую мощность N на валу шпинделя, зная момент вращения на валу шпинделя M :

$$N = M\omega,$$

где $\omega = 2\pi n/60$.

Момент вращения на валу шпинделя M вычисляют через момент вращения $M_{\text{дв}}$ на валу двигателя с учетом коэффициента передачи. Для реализации данной задачи необходим частотный привод на основе синхронного двигателя. Достоинствами синхронного двигателя также являются удвоенная по отношению к асинхронному удельная мощность и возможность кратковременной кратной перегрузки без остановки двигателя.

Изготовленная на предприятии установка сварки трением с перемешиванием состоит из станины со столом и подвижной консоли, перемещающейся по направляющим, установленным на станине. На *рис. 1* показана консоль установки сварки трением с перемешиванием.

Систему управления (далее СУ) разрабатывали со значительной избыточностью с учетом возможности оперативного наращивания функций по мере доводки установки. Вторым важным фактором являлась надежность и время восстановления СУ. Третьим по важности фактором была гибкость системы при эксплуатации как с точки зрения программного обеспечения, так и с точки зрения легкости замены исполнительных устройств и датчиков с различными управляющими и выходными сигналами или измеряемыми диапазонами. Для реализации этих требований было выполнено следующее:

В качестве основного компьютера выбран DLog IPC7 (*рис. 2*). Основными его достоинствами являются его герметичность, вибростойкость и наличие сенсорного дисплея с повышенной износостойкостью. Количество входов и выходов СУ значительно превышает необходимое. Для минимизации ЗиПа все узлы устройства со-

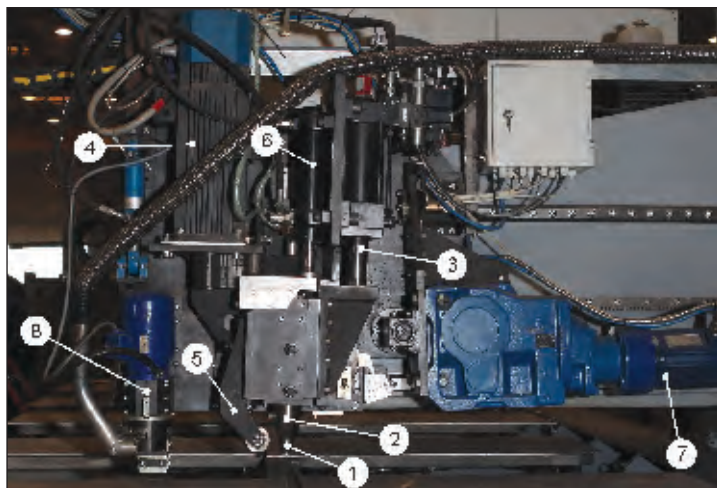


Рис. 1. Консоль установки сварки трением с перемешиванием: 1 — инструмент; 2 — шпиндель; 3 — гидроцилиндр подачи шпинделя по оси Z; 4 — электродвигатель привода шпинделя; 5 — прижимной ролик; 6 — гидроцилиндр подачи ролика; 7 — привод подачи по оси Y; 8 — электрошпиндель. Электроприводы вращения шпинделя и перемещения по осям X, Y выполнены на основе серийных приводов компании KEB с синхронными двигателями



Рис. 2. Управляющий компьютер DLog IPC7

пряжения с периферией СУ идентичны, предусмотрена полная аппаратная и программная взаимозаменяемость. Входы для датчиков универсальны и могут измерять как токовые сигналы от датчиков, так и сигналы в виде напряжения. Датчики можно использовать с разными диапазонами измеряемых величин. В таблицу датчиков вносится запись по диапазону измеряемого параметра по типу и значению выходного сигнала каждого датчика. Несколько входов выполнены с гальванической изоляцией для возможности приема сигналов с высоковольтным синфазным смещением и/или для уменьшения наводок. Всем параметрам можно задавать четыре уставки — две технологические (минимальная и максимальная) и две аварийные.

Система питания резервирована с возможностью горячей замены блоков питания. При выходе какого-либо блока питания из строя выдается соответствующее предупреждение. Все блоки питания допускают повышение напряжения на входе с 220 до 400 В.

Программное обеспечение (далее ПО) работает в среде операционной системы Windows Embedded Enterprise (встраиваемая XP). Все ПО хранится в компьютере на жестком диске и продублировано во встроенном флэш-накопителе. Запуск и работа программы возможны с обоих устройств (жесткого диска и флэш-накопителя). В случае повреждения ПО или операционной системы достаточно обычного копирования с одного накопителя на другой — быстрое восстановление работоспособности. Для запуска ПО нет необходимости его устанавливать. Все аналогичные входы и выходы программно взаимозаменяемы. В случае выхода из строя какого-либо входа или выхода достаточно подсоединить соответствующий

сигнал на свободный аналогичный вход или выход и отметить это в таблице сигналов.

Для упрощения написания программ функционирования станка разработан встроенный эмулятор, выполняющий команды управления, написанные в обычном текстовом формате. Это облегчает написание, чтение и редактирование программы. Для удобства и уменьшения ошибок при написании и редактировании предусмотрен встроенный редактор. Нет необходимости писать команды, достаточно нажать нужную команду в окне управления соответствующего узла как при ручном управлении. В компьютере может одновременно храниться множество разных программ. Программы функционирования выбирают в меню. По умолчанию выполняется последняя программа.

Для анализа работы станка ведется несколько архивов: архив событий (вплоть до нажатия каждой кнопки), архив аварий, архив всех сигналов как управляющих, так и входящих от датчиков, архив работы станка по каждому оператору, архив моточасов. В СУ встроен графический редактор, позволяющий просматривать архивы параметров в виде графиков. ПО станка можно запускать на обычном компьютере в среде Windows XP и анализировать архивные данные или писать/редактировать программы работы станка. Встроенный в DLog IPC7 Wi-Fi модуль позволяет оперативно скачивать архивы для анализа на удаленном рабочем месте, а также при необходимости, удаленно обновлять ПО.

Меню СУ разделено на несколько окон в соответствии с исполнительными устройствами. Есть универсальное пользовательское окно, в котором можно задавать отображение любых параметров по усмотрению потребителя для оперативного наблюдения за параметрами в процессе работы. В одном из окон отображается изображение в реальном времени, получаемое с видеокamеры. Видеокamera подключена через USB порт. Для удобства настройки станка предусмотрены режимы «Автоматическая калибровка по усилию инструмента», «Автоматическая калибровка по скорости перемещения инструмента по оси Z», «Автоматическая калибровка опорной точки по координатам X, Y и Z».

При работе на установке оператор пользуется одним из четырех файлов: фрезерование по оси Y, фрезерование по оси X, сварка по оси Y, сварка по оси X. Файлы

Рис. 3. Записанные в память значения момента вращения на валу электродвигателя привода движения по оси X

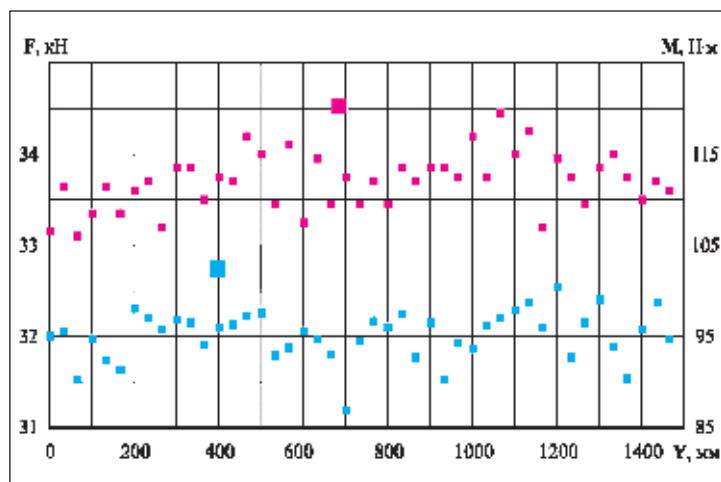
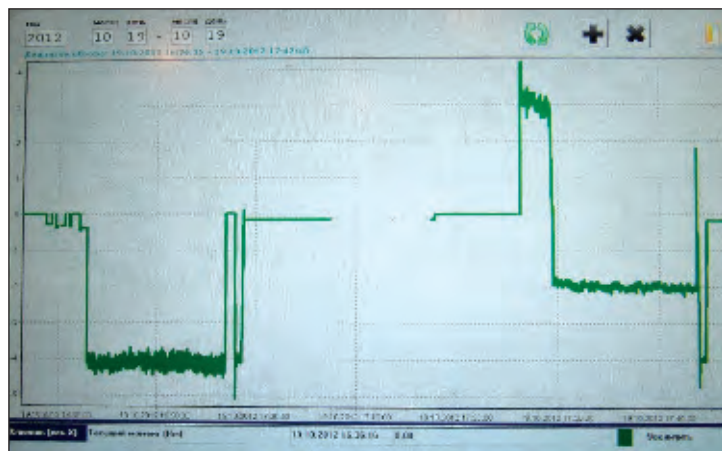


Рис. 4. Набор измеренных значений M и F при выполнении сварки по оси Y

фрезерования содержат следующие параметры: координаты начальной и конечной точек траектории, скорость перемещения фрезы, частота вращения фрезы. Файлы сварки содержат следующие параметры: координаты начальной и конечной точек траектории, скорость перемещения инструмента, частота вращения инструмента, усилие на инструменте, а также параметры режима внедрения инструмента.

В процессе сварки на экране компьютера в основном поле отражаются заданные и фактические текущие значения параметров процесса. Помимо этого, в дополнительном поле отражаются по выбору текущие параметры работы электроприводов, гидросистемы и прочие параметры работы установки. Период опроса составляет 5 с. Все запрашиваемые параметры записываются в память и сохраняются неограниченно долго. На *рис. 3* в качестве примера показан график изменения момента вращения на валу электродвигателя привода движения по оси X.

На *рис. 4* приведены результаты измерений момента вращения на валу шпинделя M и усилия F по оси Z в процессе выполнения поперечного шва при сварке листового проката АМг5 толщиной 8 мм. Скорость сварки $V = 40$ см/мин, частота вращения инструмента $n = 400$ об/мин.

Контроль момента вращения на валу шпинделя позволяет оценивать удельную механическую работу W , совершаемую инструментом при сварке. Критическим параметром, характеризующим процесс сварки, безусловно, является величина N . Очевидно, что выделяемая в процессе энергия затрачивается на нагрев как непосредственно материала деталей, так и инструмента и подложки. При сварке деталей одинаковой толщины соотношение между указанными составляющими практически не изменяется, однако необходимая температура материала и свойства его течения будут различными. Соответственно режимы сварки различных алюминиевых сплавов описываются различными значениями параметра N . Изменение толщины свариваемых деталей также повлечет изменение N по причине изменения объема нагреваемого материала в районе шва и увеличения потерь теплоты на нагрев соединяемых деталей. В таблице в качестве примера приведены результаты измерений энергетических затрат при проведении опытных работ для поиска оптимальных режимов сварки листов алюминиевого сплава АМг5 разной толщины.

Таблица. Результаты опытных работ при исследовании технологического режима сварки

Образец	Усилие на шпинделе F , кН	Частота вращения N , об/мин	Скорость сварки V , см/мин	Момент вращения M , Н·м	Мощность $N_{дв}$, Вт	Удельная работа W , кДж/мм
АМг5 $S = 5$ мм	15	340	30	59,8	2125	0,425
	15	560	30	55,4	3250	0,650
	15	560	50	59,6	3510	0,420
	15	670	50	52,1	3660	0,440
АМг5 $S = 5$ мм	26	350	50	91,3	3350	0,400
	26	560	12	61,8	3620	1,810
	26	560	30	63,6	3730	0,750
	26	560	120	85,0	4980	0,250
	26	670	50	64,6	4530	0,540
АМг5 $S = 8$ мм	32	300	30	120	3770	0,750
	32	400	30	110	4720	0,940
	32	400	40	112	4800	0,720



На *рис. 5* показан конечный продукт работы установки сварки трением с перемещением — цилиндрическая оболочка корпуса автомобильного полуприцепа.

Практическими результатами внедрения в серийное производство на предприятии технологии сварки трением с перемещением являются:

- отказ от закупок импортного листового проката шириной 2500 мм;
- повышение производительности труда при изготовлении крупногабаритных заготовок за счет выполнения сварки стыкового шва за один проход с увеличенной скоростью;
- исключение факторов вредного производства: газовыделения и светового излучения;
- воспроизводимость качества сварного шва за счет автоматизации процесса. ● #751

Рис. 5. Карта, полученная сваркой трением с перемещением из проката 7000x1500 мм

Разработка технологии и установки электрошлаковой наплавки для восстановления деталей углеразмольного оборудования

В.А. Падар, А.М. Токмин, Н.В. Ларионова, В.А. Толстошеев, Сибирский федеральный университет (Красноярск)

Изнашивание деталей углеразмольного оборудования вследствие ударно-абразивного воздействия является одной из распространенных причин преждевременного выхода из строя этого оборудования. Наиболее нагруженные элементы мельниц нередко быстро выходят из строя при малом использовании общей массы.

Наиболее интенсивному изнашиванию подвергаются билы углеразмольных мельниц, изготавливаемые из сталей 25Л, 35Л, 110Г13Л (рис. 1). Рабочая часть бил, изготавливаемых из стали 25Л, 35Л, за 600 ч эксплуатации в среднем изнашивается на 80%, что соответствует уменьшению их массы на 3–4 кг. Поверхность, противоположная ударной (на рис. 1 находится справа), изнашивается в 5–6 раз быстрее других вследствие интенсивного истирания.

Увеличить срок службы быстроизнашивающихся деталей дробильно-размольного

оборудования в настоящее время можно различными путями: совершенствованием конструкции деталей и кинематики машин; изготовлением деталей из легированных износостойких сталей и сплавов, например, модифицированных сталей типа 110Г13Л, литых износостойких сплавов; применением различных видов упрочняющей термообработки; наплавкой рабочих поверхностей износостойкими сплавами.

Для повышения стойкости дробильно-размольного оборудования и, в частности, бил мельниц, широкое применение нашла наплавка их износостойкими сплавами. Эффективность данного способа обусловлена, прежде всего, тем, что износостойким материалом упрочняют только рабочие поверхности деталей, тогда как основная масса детали может быть изготовлена из конструкционной стали. После того как рабочая поверхность будет изношена, деталь может быть повторно упрочнена наплавкой.

В настоящее время для упрочнения деталей дробильно-размольного оборудования применяют ручную дуговую наплавку покрытыми электродами, механизированную и автоматическую наплавку порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения под слоем флюса, наплавку порошковыми и металло-керамическими спеченными лентами и электрошлаковую наплавку.

Дуговые способы наплавки обычно применяют для упрочнения рабочих поверхностей новых литых бил или бил, подверженных небольшому изнашиванию на глубину, не превышающую 5–10 мм, тогда как целесообразно реставрировать било с большим износом.

Наплавка бил покрытыми электродами Т-590 или Т-620 не распространена в связи с низкой производительностью процесса и невозможностью получить необходимую толщину наплавленного слоя порядка 15–20 мм из-за отколов.



Рис. 1.
Общий вид
изношенной
П-образной
билы

Ограничено также применение технологии наплавки бил ленточным порошковым электродом.

Наиболее эффективным способом восстановления и упрочнения изношенных деталей является электрошлаковая наплавка, имеющая высокую производительность, высокое качество наплавленного металла за счет обработки присадочного металла жидким шлаком, а также позволяющая получать наплавленный слой значительной толщины за один проход.

В данном случае наплавку на изношенное било выполняли порошковым сормайтом (таблица). Схема процесса электрошлаковой наплавки по разработанному способу показана на рис. 2.

В плавильном пространстве, образованном стенками водоохлаждаемых нормирующих кристаллизаторов 6 и деталью 5, наводят шлаковую ванну 2 известным способом, например неплавящимся электродом.

Неплавящийся электрод 1 опускают, закорачивая с деталью 5, и возбуждают дуговой процесс. Электроду сообщают возвратно-поступательное движение вдоль наплавляемой поверхности с заданной частотой и амплитудой. По обе стороны электрода на наплавляемую поверхность равными потоками подается флюс (ссыпные патрубки дозирующего устройства закреплены на электроде-держателе и перемещаются вместе с электродом). При приближении электрода к стенке кристаллизатора на расстояние a подача флюса в эту зону прекращается и увеличивается подача его с противоположной стороны электрода, который продолжает свое движение. При приближении электрода к стенке кристаллизатора на расстояние b электрод останавливается и начинает перемещаться в обратном направлении, при удалении электрода от стенки кристаллизатора на расстояние a флюс снова подается равными потоками по обе стороны электрода. Тем самым исключается образование неэлектропроводных прослоек затвердевшего шлака в зонах, прилегающих к стенкам водоохлаждаемого кристаллизатора, характеризующихся повышенным теплоотводом, особенно в начальный период процесса разогрева.

За счет теплоты дуги неплавящегося электрода происходит разогрев, оплавление, выравнивание наплавляемой поверхности детали и расплавление флюса. По мере расплавления флюса дуговой процесс переходит в электрошлаковый, и наводится шлаковая ванна.

Таблица. Химический состав сормайта (металлического порошка)

Элементы	C	Si	Cr	Mn	Fe	Ni
Содержание, %	3,18/3,2	0,58/3,0	30,6/30,0	0,59/1,0	Основа	1,52/3,0

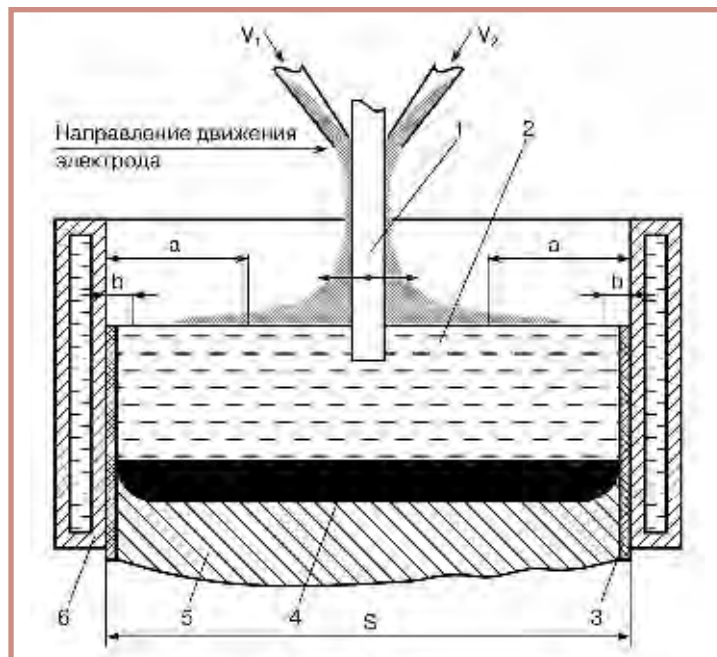


Рис. 2. Схема процесса электрошлаковой наплавки: 1 — электрод неплавящийся; 2 — шлаковая ванна; 3 — шлаковая корка; 4 — металлическая ванна; 5 — заготовка било; 6 — кристаллизатор; V_1 , V_2 — подача порошкового присадочного материала

После наведения шлаковой ванны необходимого объема на ее поверхность по обе стороны электрода 1 подают порошковый присадочный материал и флюс, в количестве необходимом для компенсации расхода шлака на образование гарнисажа. Частицы порошкового материала, погружаясь в шлаковую ванну, разогреваются и расплавляются, образуя металлическую ванну 4, а флюс, попадая на поверхность шлаковой ванны, нагревается и расплавляется, восполняя ее объем.

Порошковый материал, попадающий на поверхность шлаковой ванны со скоростью $V_1 = V_2$, тонет в ней не мгновенно, некоторое время он находится на поверхности и перемещается впереди электрода в сторону его движения. С противоположной стороны электрода порошковый материал остается на поверхности шлаковой ванны. Нижние слои частиц порошка, непосредственно контактирующие со шлаковой ванной, нагреваются и тонут в ней. Подача новых порций порошка со скоростью $V_1 = V_2$ осуществляется в зоны шлаковой ванны, прилегающие к

электроду по обе его стороны, и, следовательно, связана с его движением. Впереди движущегося электрода на поверхности шлаковой ванны всегда образуется горка порошкового материала, а с противоположной стороны электрода по поверхности шлаковой ванны тянется шлейф порошка.

При приближении электрода к стенке кристаллизатора на расстояние a подачу новых порций порошкового материала в эту зону прекращают и увеличивают подачу его с противоположной стороны электрода. Электрод продолжает перемещаться к стенке кристаллизатора, а горка порошкового материала впереди электрода постепенно нагревается и тонет в шлаке, очищая поверхность шлаковой ванны между электродом и стенкой кристаллизатора. Таким образом устраняется накопление металлического порошка в этой зоне, в результате исключается закорачивание сварочной цепи между электродом и кристаллизатором, повышаются срок службы кристаллизаторов, надежность и безопасность ведения процесса. Кроме того, при приближении электрода к стенке кристаллизатора на расстояние 10–20 мм присадочный материал в эту зону не попадает, он поступает в ванну с противоположной стороны электрода, что позволяет сократить потери присадочного материала.

При приближении электрода к стенке кристаллизатора на расстояние b электрод останавливается и перемещается в обрат-

ном направлении, а при удалении электрода от стенки кристаллизатора на расстояние a происходит подача порошкового материала по обе стороны со скоростью $V_1 = V_2$, и цикл повторяется. Расстояние b выбирается минимальным и определяется отсутствием возникновения дугового разряда между электродом и кристаллизатором через жидкий шлак. При нормальной точности изготовления электродов и сборки кристаллизаторов оно составляет порядка 10–12 мм.

Теоретический расчет расстояния a связан со временем пребывания частиц порошкового материала на поверхности шлаковой ванны и представляет ряд трудностей, связанных с температурой, теплоемкостью, теплопроводностью, плотностью и вязкостью шлака, конвективными потоками в шлаковой ванне, грануляцией и плотностью порошкового материала, поверхностным натяжением на границе шлак-металл, образованием гарнисажа на частицах порошка. Однако в каждом конкретном случае расстояние a можно легко определить экспериментальным путем.

Электрошлаковый металл отмечает исключительно высокая плотность и однородность, отсутствие в нем дефектов усадочного происхождения. Помимо этого, электрошлаковая наплавка характеризуется малыми скоростями охлаждения, что позволяет наплавлять износостойкие сплавы, склонные к образованию горячих и холодных трещин при дуговой наплавке, с любой толщиной слоя без образования дефектов и трещин (рис. 3).

Отрицательное влияние макродендритной структуры на механические свойства литых сплавов хорошо известно. Оно обусловлено неоднородностью структуры и химического состава литых сплавов. По-видимому, это связано с условиями ее образования, которые близки к термодинамическому равновесию.

Современные представления о возможности создания определенной структуры с заданными свойствами основаны на способности системы приспосабливаться к внешними условиям воздействия. Оптимальными в определенных случаях для структурообразования являются условия, далекие от термодинамического равновесия, когда процесс становится самоорганизующимся. В этом случае система стремится перейти на более высокий уровень упорядочения структуры путем снижения производства энтропии.



Рис. 3.
Било после
наплавки
сормайтом
(вверху
наплавленный
слой)

Техническая характеристика:

Сила сварочного тока, А	1800
Напряжение, В	38–40
Скорость наплавки, м/с	0,0004–0,00044
Глубина шлаковой ванны, мм	45–50
Частота колебаний электрода, Гц	0,2–0,4
Амплитуда колебаний, мм	66
Скорость подачи флюса, г/с	5–20
Температура охлаждающей воды, град.	50–60
Род тока	Переменный
Состав флюса, %:	
АНФ-6	60
АН-348	40

Микроструктуру наплавленного слоя во многом определяет расстояние от поверхности сплавления. Взаимодействие жидкого сормайтa с поверхностью било приводит к взаимодействию, сопровождающемуся частичным растворением основного металла (рис. 4). Участки, прилегающие непосредственно к поверхности сплавления, имеют дендритную структуру, обусловленную степенью переохлаждения и направленностью теплоотвода (рис. 5). Участки, находящиеся на большем удалении от поверхности сплавления, имеют структуру с достаточно крупными карбидами (рис. 6).

Твердость наплавленного слоя имеет повышенные значения и составляет 56–57 HRC₃, что существенно повышает износостойкость.

В результате экспериментальных исследований по разработке технологии электрошлаковой наплавки изношенных бил были определены оптимальные параметры режима процессов наведения шлаковой ванны и наплавки.

● #752

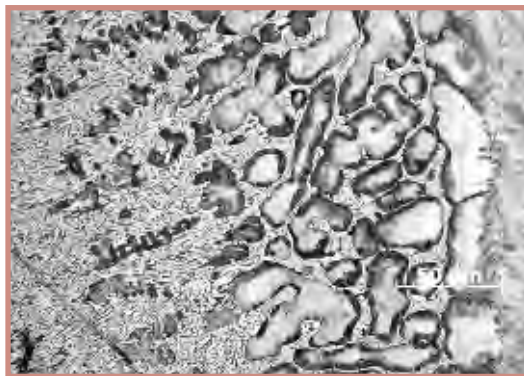


Рис. 4.
Поверхность
сплавления
с частичным
растворением

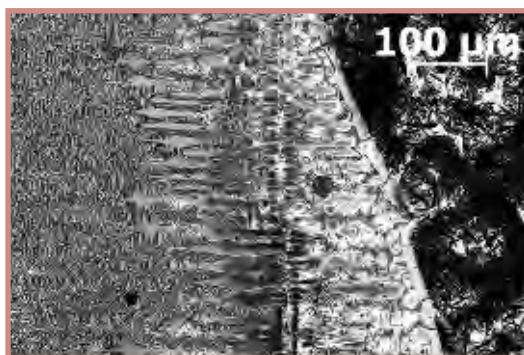


Рис. 5.
Дендритная
структура

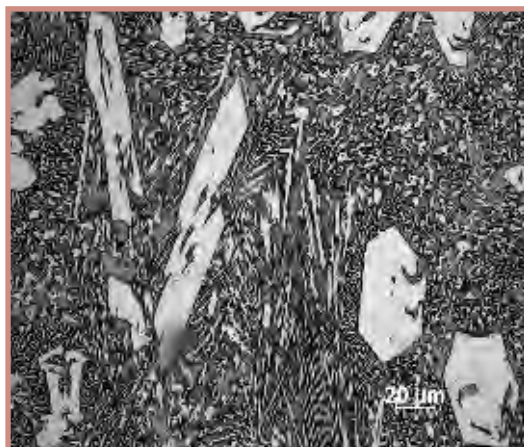


Рис. 6.
Структура
с крупными
кристаллами
карбидов

Группа ЧТПЗ презентовала на выставке «Weldex/Россварка» керамический флюс

На ключевой выставке сварочных технологий «Weldex/Россварка», прошедшей с 8 по 11 октября 2013 г. в Москве, группа ЧТПЗ представила керамический флюс собственного производства.

Группа ЧТПЗ производит керамический флюс с 2004 г. и является одним из крупнейших в РФ и Европе производителем «керамики» (мощности составляют 14 тыс. т в год). Флюс собственного производства ЧТПЗ использует в производстве сварных труб большого диаметра, соответствующих самым жестким требованиям внутреннего и внешнего рынков. В 2013 г. освоено производство четырех новых марок керамического флюса, которые прошли аттестацию Национального агентства контроля сварки и могут применяться в производстве металлоконструкций, в металлургии, судостроении, мостостроении, энергетике, транспортном машиностроении.

Использование при сварке высокотехнологичных марок керамического флюса повышает качество шва, улучшает его технологические свойства за счет микролегирования. Кроме того, керамический флюс ЧТПЗ дешевле импортных аналогов на 10–40%. Продукция предприятия проходит многоступенчатый контроль качества, процесс производства сварочных флюсов соответствует стандартам ISO 9001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007, API Spec Q1.

www.promenal.com.ua



Установка для автоматической TIG сварки кольцевых швов длинномерных труб

Установка АС388 предназначена для автоматической дуговой сварки неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки кольцевых швов соединений тел вращения диаметром до 120 мм и длиной до 8 м. Материал свариваемых деталей — нержавеющая сталь.

На установке (рис. 1 и 2) выполняют очередную сварку кольцевыми швами отрезков труб при горизонтальном расположении их осей вращения. Для защиты корня шва предусмотрена подача аргона внутрь трубы.

Конструкция установки позволяет выполнять ее быструю настройку для сварки деталей различной длины и диаметров.

Ориентация свариваемых деталей в осевом направлении осуществляется с помощью откидного упора с пневмоприводом.

Фиксация деталей выполняется с помощью двух трехкулачковых патронов и при необходимости двух дополнительных опор с центраторами. Для предотвращения появления дефектов в сварном шве в начале сварки обеспечивается синхронное вращение двух патронов с приводом от одного

электродвигателя. Подвод сварочного тока осуществляется одновременно к двум патронам.

Вращатели выполнены с полыми валами, отверстия в которых позволяют пропускать через них трубы диаметром до 120 мм.

После выполнения очередного шва сваренные элементы изделия перемещаются вручную по ложементам вдоль его оси. Для облегчения ручных перемещений сваренных изделий на угловом ложементе установлены шарикоопоры.

Для упрощения настройки режимов сварки установка оснащена устройством стабилизации скорости сварки, которое обеспечивает постоянство заданной скорости вращения вне зависимости от диаметра свариваемой детали.

Установка обеспечивает:

1. Программное управление всеми механизмами и устройствами оборудования, а также диагностику их состояния контроллером.
2. Плавное регулирование параметров режима сварки.

Рис. 1.
Общий вид
установки
АС388





Рис. 2.
Блок
установки
АС388



Рис. 3.
Внешний вид
сварного шва

3. Подачу присадочной проволоки как непрерывно, так и прерывисто с плавным и точным регулированием скорости подачи, времени импульса и паузы, задержки на включение подачи в начале шва, времени реверса подачи проволоки после гашения дуги.

4. Выполнение сварочных операций в такой последовательности:

- ручная загрузка одной из двух свариваемых деталей с зажимом ее в патроне и в центраторе (в осевом направлении ее положение задает откидной упор);
- ручная установка (до упора в первую деталь) второй детали с фиксацией ее в патроне и во втором центраторе;
- нажатие оператором кнопки «Пуск», после чего в автоматическом режиме выполняются следующие операции:
 - опускание горелки в начало шва,
 - зажигание дуги при неподвижном изделии,
 - включение подачи присадочной проволоки,
 - синхронное вращение деталей со сварочной скоростью и с регулируемым перекрытием начала и конца шва,
 - заварка кратера и гашение дуги,
 - подъем горелки,
 - возврат всех механизмов в исходное положение;

- ручная расфиксация сваренных деталей в патронах и в центраторах и перемещение (вручную) деталей вдоль горизонтальной оси вправо по отношению к вращателю;
- зажим в патроне следующей детали с ориентацией в откидной упор;
- пристыковка сваренных деталей к зажатой третьей детали и т. д.

Установка АС388 изготовлена по заказу и эксплуатируется на ОАО «ВПО Точмаш» (Владимир, Россия).

● #753

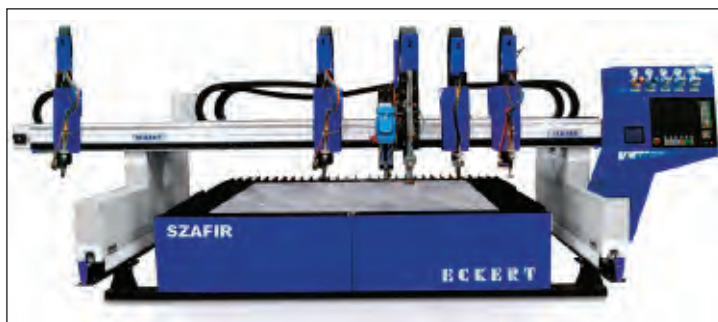
С более подробной информацией о предприятии «НАВКО-ТЕХ» и описанием выпускаемого им оборудования для автоматической и роботизированной дуговой сварки можно ознакомиться на сайте: <http://www.navko-teh.kiev.ua>.

Портальная резка металла как основа заготовительного производства

Н.В. Шмалёв, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Один из наиболее важных начальных этапов работы завода — заготовительное производство. Поэтому модернизация данного этапа является одним из наиболее ответственных процессов построения качественной технологической линии на предприятии.

Портальные машины для резки металла на сегодняшний день — наиболее эффективные агрегаты для заготовительного этапа производства. При большом разнообразии толщины обрабатываемого материала, различных химических свойствах и крупных габаритах деталей портальная резка является универсальным решением для большинства предприятий.



Компания «ДельтаСвар» — официальный представитель компании Eckert AS Sp. z o. o., одного из ведущих мировых заводов-производителей разрезных станков с автоматизированной системой числового программного управления, предлагает услуги по модернизации заготовительного производства.

Sapphire — серия промышленных машин плазменной и газовой резки Eckert высшего класса, предназначенных для работы в самых сложных условиях тяжелой промышленности, судостроительных верфей и металлургических предприятий. Машина серии Sapphire — мощная, прочная стальная конструкция — разработана для плазменной и газовой резки металла с диапазоном ширины обрабатываемой зоны от 2000 до 6000 мм.

Для увеличения жесткости и динамической устойчивости установки портал выполнен в виде сварной конструкции, которая состоит из двух замкнутых профилей с низко расположенной колеей, позволяющих выдерживать высокую тепловую и механическую нагрузку. Каретка продольного перемещения монтируется из усиленных балок-труб квадратной формы с фронтально расположенной направляющей поперечного движения, две каретки по бокам в закрытых сварных боксах с интегрированными системами приводов. Все это обеспечивает высокую надежность и долговечность.

Высокая, точная динамика параметров устройства. Фиксированные регулируемые ролики на ведущей боковой каретке с системой приводов гарантируют точное перемещение портала по колее с наименьшим изнашиванием.

- Двусторонняя система приводов продольного передвижения с беззорной передачей и импульсными генераторами, подсоединенными к контроллеру ЧПУ.
- Система привода поперечного движения с моторизованной кареткой типа шестерня-рейка, высокودинамичный мотор.

Портальная система резки Sapphire может нести до восьми суппортов с газовыми

резаками, используется для раскроя листов из низкоуглеродистой стали толщиной от 30 до 300 мм.

Установка может быть укомплектована источниками плазменной резки производства Kjellberg или Hypertherm. Толщина обрабатываемого материала зависит от источника плазменной резки.

Дополнительно установка может быть оснащена устройствами:

- тройным газовым суппортом,
- ротационным 3D суппортом для снятия фаски,
- системой плазменной маркировки,
- устройством для плазменной трассировки,
- системой для газовой резки полос,
- суппортом для засверливания отверстий,
- устройством для кернения,
- системой резки труб и профилей.

Удлинение портала делает систему Eckert идеальной для резки труб и профилей.

Интуитивное управление. Современный пульт управления с понятным и простым программным обеспечением обеспечивает интуитивное обслуживание. Оператор имеет полный доступ к комплексной базе резанных материалов, что облегчает и автоматизирует его работу. Пульт управления изготовлен в пылеизолированном исполнении. Вентиляторы, охлаждающие платы, осуществляют циркуляцию воздуха по шкафу, а теплоотдача осуществляется через стенки шкафа. Возможна работа при минусовых температурах благодаря системе подогрева, обеспечивающей стабильность процессов.

Машины Eckert работают с программным обеспечением собственной разработки, что позволяет решать нестандартные производственные задачи. В их числе: резка труб и профилей, вырезка отверстий в различных заготовках, работа с ротационными 3D-головками и позиционерами.

- Язык интерфейса — русский.
- Есть возможность расчета стоимости и времени изготовления любой конкретной детали.
- Библиотека технологий резки позволяет устанавливать параметры процесса, учитывая размеры и форму деталей, толщину листа и тип материала.

Резка на общую кромку, цепная резка, библиотека остаточных листов, автоматический модуль укладки на листе обеспечивают высокую степень использования листа и расходных запасных частей.

Дистанционная диагностика. Подключение машины к интернету дает возмож-



ность диагностировать ее дистанционно через сервис. Благодаря этому большинство проблем, связанных с обслуживанием машины, можно решить в короткое время.

Разобраться в современных технологиях термической резки, а также подобрать наиболее оптимальный способ раскроя металла помогут специалисты «ДельтаСвар».

• #754

Публикуется на правах рекламы.



DeltaSVAR

ООО «ДельтаСвар»

620141, г. Екатеринбург, ул. Завокзальная, д. 29

тел.: +7 (343) 384-71-72 (мнк.), ф.: +7 (343) 287-41-52

E-mail: info@deltasvar.ru www.DeltaSVAR.ru

Работы Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины в области конденсаторной сварки металлов

Д.М.Калеко, канд. техн. наук, Институт электросварки НАН Украины

Хотя идея использования аккумулированной энергии для соединения металлов возникла вместе с рождением сварки и особый тип аккумуляторов для питания дуги был изобретен еще Н.Н.Бенардосом, начало реальному воплощению в жизнь этого способа положила разработка автоматов для ударной конденсаторной сварки трехзвеньевых выводов электрических ламп накаливания.

Возможности многоцелевого применения конденсаторной сварки была посвящена статья Г.И. Бабата «Точечная и шовная сварка разрядом конденсаторов», опубликованная в журнале «Электричество» в 1935 г. Но настоящее развитие этого способа началось только после второй мировой войны и проходило в двух направлениях. В Германии и Японии усилия разработчиков были направлены на создание мощных машин, главным образом, для рельефной контактной сварки, в то время как в Советском Союзе создавалось оборудование для сварки металлов малых толщин и сечений, что, как показал опыт, было гораздо перспективнее.



Рис. 1.
В.Э. Моравский
проводит
эксперименты
на машине
ТКМ-3

Первые эксперименты были проведены сотрудником АН Украины В.Э. Моравским (рис. 1). Они продемонстрировали основные достоинства контактной сварки с аккумулялированием энергии в батарее конденсаторов: точность дозирования энергии, кратковременность сильноточного разряда, малую мощность, потребляемую от сети, а также области наиболее рационального применения — точечные и шовные соединения металлов и сплавов малых толщин, главным образом, из цветных металлов. Были определены также особенности способа, отличающие его от способа контактной сварки переменным током: более высокие требования к механизмам сжатия и контакторам, включающим сварочный ток, и к стабильности площади контактной поверхности электродов. Последнее требование было удовлетворено благодаря разработке нового типа электрода с цилиндрическим рабочим концом.

Первые машины для точечной конденсаторной сварки, несмотря на все недостатки, присущие опытным образцам, были востребованы настолько, что по личному указанию зампреда СМ СССР Д.Устинова их самолетом доставляли на Южмашзавод, где налаживали выпуск баллистических ракет.

В середине 1950-х годов в Киеве начали серийный выпуск машины ТКМ-4 (рис. 2), эксплуатация которой показала ее высокие технологические характеристики и позволила разработать пути модернизации и развития оборудования для точечной и рельефной конденсаторной сварки (таблица).

Одновременно велись исследования по совершенствованию технологии точечной конденсаторной сварки. Были показаны возможности сварки разнородных металлов в разнообразных сочетаниях и деталей, значительно отличающихся по толщине; рельефной сварки деталей, имеющих цилиндрические и сферические поверхности, с деталями подобной формы, и деталей с плоскими поверхностями.

Таблица. Основные характеристики серийных машин для контактной микросварки

Характеристика	ТКМ-4	ТКМ-6	ТКМ-7	ТКМ-15	ТКМ-17	МТК-1201	МТК-1601
Толщина свариваемого металла, мм	0,02–0,5	0,05–0,8	0,02–0,7	0,05–0,7	0,05–0,7	0,05–0,5	0,1–0,8
Сила номинального сварочного тока, кА	–	–	–	16	16	12	16
Пределы регулирования усилия сжатия, даН	0,5–25	6–80	4–56	1–60	1–80	3–63	3–63
Производительность, разряд/ч	1200	1000	1200	6000	6000	7200	7200
Вылет электродов, мм	65	250	150	150	150	150	200
Рабочий ход электродов, мм	6	25	15	15	15	5	5
Максимальная накопленная энергия, Дж	72	400	144	600	600	240	400
Емкость конденсаторов, мкФ	400	800	285	1200	1200	1920	3200
Напряжение зарядки, В	600	1000	1000	1000	1000	500	500
Механизм сжатия	Грузовой	Пружинный	Грузовой	Пружинный		Пневматический	
Габаритные размеры, мм	1245×800×625	1335×580×1010	1400×800×700	1285×800×685	1350×770×700	1300×1000×730	1000×900×1350
Масса, кг	165	365	190	200	220	200	40,0

Большое внимание было уделено электрическим схемам конденсаторных машин. Фундаментальные работы И.В. Пентегова по теории зарядных цепей емкостных накопителей энергии позволили оптимизировать процесс накопления энергии, существенно повысив стабильность напряжения зарядки конденсаторов, что очень важно при сварке тонких металлов с ограниченным теплоотводом.

В.Э. Моравским был предложен упрощенный метод расчета сварочных трансформаторов точечных конденсаторных машин малой мощности. Удалось создать трансформатор, который позволил не только управлять кривой сварочного тока, но и подключать к нему монтажный инструмент (пинцеты, клещи, карандаши) с кабелем длиной до 3 м.

Последующие работы И.В. Пентегова и сотрудников по электромагнитным расчетам сварочных трансформаторов для контактной конденсаторной сварки позволили разработать разрядные цепи машин со сложным циклом разряда конденсаторов.

Массовое производство изделий электронной и электротехнической промышленности потребовало решить две проблемы: повышение стабильности качества сварных соединений и устранение выплеска расплавленного металла из открытой зоны сварки, например, при крестообразном соединении проволоки. Работами В.Э. Моравского и Д.С. Вороны было убедительно

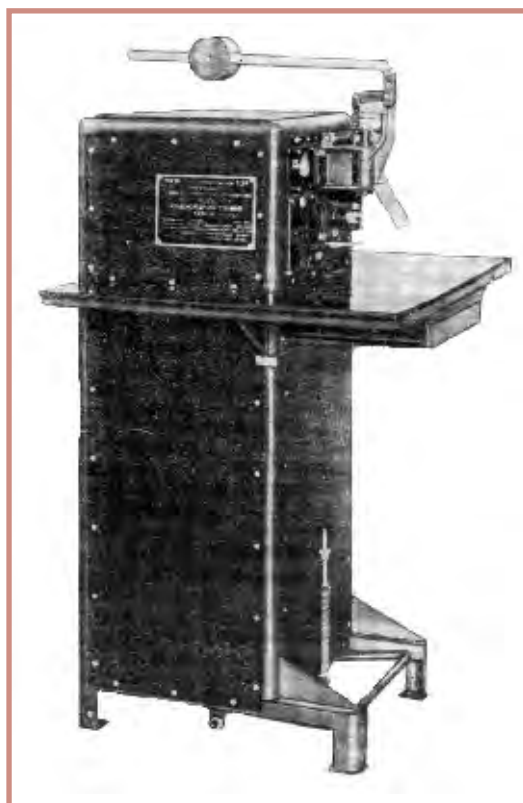


Рис. 2. Первая серийная машина для точечной конденсаторной сварки ТКМ-4

доказано, что, в отличие от контактной точечной сварки металлов средних толщин, при сварке сопротивлением тонких изделий существенную роль играет начальное сопротивление между соединяемыми поверхностями. Поэтому большое внимание было уделено разработке процессов, стабилизирующих сопротивление холодного контакта.

На основе проведенной научной работы были созданы машины для двухимпульсной сварки. В этих машинах первый слабый импульс разряда вспомогательного конденсатора или переменного тока на детали, сжатые между электродами сварочной машины, устраняет геометрическую составляющую контактного сопротивления и частично поверхностную пленку. После первого, предварительного импульса подается сильноточный сварочный импульс. Для соединений деталей, отличающихся по форме или материалу, оптимальными могут быть циклы с паузами между импульсами тока или без них.

Такой цикл нагрева позволил не только стабилизировать качество сварных соединений, но и в значительной мере убрать выплески, недопустимые при изготовлении электронных приборов.



Рис. 3.
Точечная
конденсатор-
ная машина
МТК-2201
(ТКМ-17)
универ-
сального
назначения

Дальнейшее повышение качества сварных соединений при импульсной контактной сварке было достигнуто путем совершенствования механизмов сжатия точечных конденсаторных машин. Эта модернизация состояла в замене инерционных грузовых и рычажно-пружинных приводов, которые применяли в первых сериях машин, малоинерционными плоскопружинными рычажными (в педальных вариантах нагружения) или пневматическими. Примером может служить машина МТК-2201 (рис. 3).

В результате проведенных научных исследований и опытно-конструкторских работ была создана гамма оборудования для электронной промышленности и приборостроения, так называемых «сварочных столов»: ТКМ-14, ССП-3, ССП-5, ССПИ-1 и др. Эти машины представляют собой монтажные столы с пылезащитной камерой. На столах размещены механизмы сжатия электродов или клеммы для подключения ручного сварочного инструмента с кабелем длиной до 3 м.

Исследования процесса точечной конденсаторной сварки показали возможность эффективного использования процесса разряда конденсаторов непосредственно на свариваемые детали. Это позволяет отказаться от сварочного трансформатора и применить электролитические полярные конденсаторы, имеющие большую удельную энергию (Дж/кг), чем металлобумажные конденсаторы, применяемые в большинстве контактных конденсаторных машин. Таким образом удалось значительно снизить массу сварочных установок. Недостатком бестрансформаторных машин была низкая производительность, обусловленная опасностью перегрева конденсаторов. Только в последнее время, когда на рынке появились конденсаторы нового типа — суперконденсаторы — в ИЭС им. Е.О. Патона были разработаны несколько типов конденсаторных машин для стыковой и точечной бестрансформаторной контактной сварки, а также дугоконтактной сварки Т-образных соединений.

Переход от контактной конденсаторной сварки отдельными точками к созданию шва из последовательного непрерывного ряда точек (шовной сварке) потребовал создания специализированного электронного блока управления циклами «заряд–разряд» конденсаторов и электродного роликового узла. Эти сложные задачи, включая оригинальную конструкцию скользящего токо-

подвода, решил аспирант В.Э.Моравского С.И.Семергеев. Были созданы несколько типов шовных машин, одну из которых — машину ШКМ-3 — широко применяют на приборостроительных заводах для герметичной сварки барометрических коробок, сильфонов, тепловых труб, для изготовления обечаек из цветных металлов и нержавеющей сталей толщиной от 0,05 до 0,6 мм, а также для приварки сплошным прямым или кольцевым швом металлов толщиной до 0,25 мм к деталям толщиной более 10 мм. Машина ШКМ-3 имеет батарею конденсаторов емкостью 200 мкФ, напряжение зарядки до 1000 В, габаритные размеры 1365×710×900 мм и массу 480 кг.

Работы, проводимые в Институте электросварки им. Е.О. Патона, охватывали также и первый способ конденсаторной сварки — ударную конденсаторную сварку (УКС). Этот способ относится к области дугоконтактной сварки, поскольку детали нагреваются дугой, а соединение происходит в твердой фазе путем ударной деформации стыков нагретых деталей с удалением расплавленного металла в грат.

Первые промышленные установки, разработанные в отделе, руководимом академиком АН Украины К.К. Хреновым, были предназначены для приварки ножек к циферблатам часов для 2-го Московского часового завода и упрочняющих сормайтовых шариков к перьям авторучек для фабрики им. Сакко и Ванцетти. Здесь уместно заметить, что универсальные машины для ударной конденсаторной сварки нерентабельны и попытки их использования в промышленности не увенчались успехом. Поэтому все оборудование для УКС выполняет сварочную операцию для конкретного вида продукции и, как правило, автоматизировано.

До второй мировой войны ударная конденсаторная сварка рассматривалась лишь как способ стыковой сварки проволоки малого диаметра. Работы ИЭС им. Е.О. Патона показали возможность стыковой приварки проволоки и шариков также к поверхностям различной формы, которые впоследствии были сгруппированы в соответствии с конфигурацией электрического поля в плоские, цилиндрические и сферические поверхности.

В результате последующих исследований были сформулированы условия возбуждения дуги при разряде конденсаторов, что позволило расширить диапазон диаметров привариваемой проволоки (0,5 мм и ме-

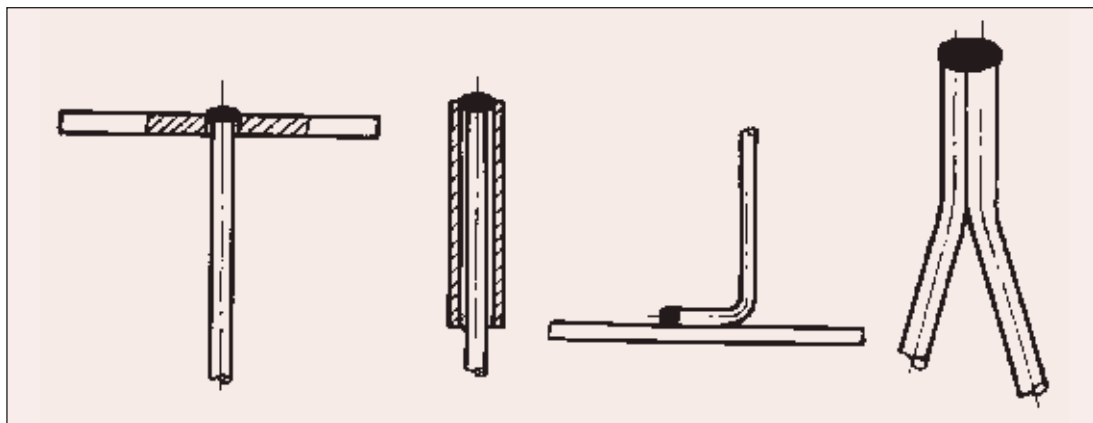
нее). Изучение процесса нагрева проволоки и детали показало возможность сварки вблизи теплочувствительных материалов без изменения их характеристик. Это дало возможность разработать технологию присоединения медных выводов к выплавленному в кремний алюминиевому электроду полупроводникового прибора, а также выводов к медным кристаллодержателям диодов и транзисторов. Обнаруженное саморегулирование процесса легло в основу конструирования механизмов соударения автоматов для УКС различных изделий, главным образом, в электронной промышленности.

Анализ многочисленных микроструктур зоны стыка различных материалов в однородном и разнородном сочетании показал, что при УКС соединение происходит в твердой фазе. Это открыло широкую возможность сварки разнородных металлов, в том числе тех, которые в жидком состоянии дают хрупкие интерметаллидные соединения (алюминий со сталью и медью) или обладают резко отличающимися теплофизическими свойствами, например, медь и вольфрам или молибден. Единственное условие — деформируемая при соударении деталь (проволока) должна быть из металла более пластичного, чем металл детали с развитой поверхностью.

Поскольку это требование во многих конструкциях приборов невыполнимо по эксплуатационным соображениям, были разработаны технологические приемы, направленные на уменьшение удельной нагрузки при соударении в последней фазе процесса УКС. В частности, это предварительная осадка с увеличением площади привариваемого конца проволоки. В автомате для приварки никелевого вывода к медному кристаллодержателю эта операция проводилась в общем цикле сварки.

Как показали исследования, при создании Т-образных соединений проволоки с плоской поверхностью ударная конденсаторная сварка успешно конкурирует с точечной конденсаторной сваркой. В начальной стадии УКС могут быть удалены адсорбированные пленки на поверхности свариваемых деталей и даже покрытия, что, во-первых, обеспечивает прочность соединения вне зависимости от прочности сцепления покрытия с основным металлом и, во-вторых, дает возможность присоединять выводы к окисленным поверхностям или через декоративное покрытие. Это качество УКС было использовано при разработке

Рис. 4. Схемы соединений при дуговой конденсаторной сварке



технологии приварки медных выводов к никелированным томпаковым наконечникам резисторов и катодам танталооксидных конденсаторов.

На основании проведенных исследований был создан ряд автоматических установок для приварки выводов к контактным узлам резисторов, к кристаллодержателям германиевых и кремниевых диодов, а также транзисторов различного типа и других изделий.

Исследование способа ударной конденсаторной сварки и опыт его внедрения в промышленности позволили создать новый способ конденсаторной сварки — дуговую конденсаторную сварку, которую успешно применяют при приварке бокового вывода к цоколям ламп накаливания. Схемы соединений при дуговой конденсаторной сварке показаны на рис. 4.

Сочетание дуговой и ударной конденсаторной сварки было использовано при раз-

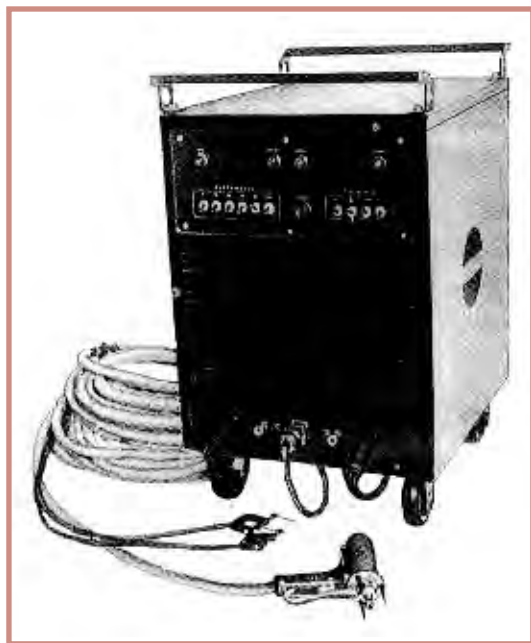
работке технологии и оборудования для стыковой сварки многожильных проводов, как правило, медных, с одножильными проволоками, в том числе и алюминиевыми.

Переход от приварки проволоки сечением $0,7 \text{ мм}^2$ к приварке стержней сечением от 7 мм^2 (приварке шпилек диаметром 3 мм и более) потребовал соответствующего увеличения усилия осадки, что означало бы нагрузку на сварочный инструмент более 400 Н. Такая нагрузка несовместима с условием приварки шпилек ручным инструментом. В ИЭС им. Е.О. Патона был всесторонне изучен (Н.А. Четверо) и освоен новый для Советского Союза способ конденсаторной приварки шпилек, при котором соединение образуется не в твердом состоянии, как при УКС, а при совместной кристаллизации металла шпильки и изделия, к которому ее приваривают. Кроме того, появилась необходимость на порядок увеличить энергию, накопленную в конденсаторах, и время горения дуги, что стало возможным при замене высоковольтных (до 1000 В) металлобумажных конденсаторов низковольтными (до 300 В) электролитическими конденсаторами. Соответственно, принципиально изменился процесс возбуждения дуги.

Несмотря на то, что к этому времени имелся некоторый зарубежный (главным образом, немецкий) опыт в области конденсаторной приварки шпилек, сотрудникам ИЭС им. Е.О. Патона пришлось осваивать процесс *ab ovo*.

Исследования вели широким фронтом. Изучали процесс низковольтного возбуждения дуги взрывающимся выступом на привариваемом торце шпильки, исследовали характеристики импульсной дуги при разряде батареи высокой емкости, тепловые и электромагнитные эффекты при таком разряде, условия свариваемости черных и

Рис. 5. Установка К-747 МВ для конденсаторной приварки шпилек



цветных металлов в однородном и разнородном сочетаниях, разрабатывали технологические и конструктивные требования к сварочной установке и ручному сварочному инструменту. В результате этой работы была создана гамма сварочных установок как универсального назначения (К-747МВ), так и специализированных (Н-130 и Н-135), успешно внедренных в промышленность, а также несколько модификаций сварочного инструмента в соответствии с видом изделия.

Установка К-747МВ (рис. 5), изготовленная на Симферопольском электромашиностроительном заводе, была наиболее совершенной в мире установкой для конденсаторной приварки шпилек. Она имеет четыре режима сварки — с возбуждением дуги в статичном состоянии шпильки, с возбуждением дуги при касании шпильки, движущейся к листу по оси сварочного инструмента, с включением разряда в «дежурную» дугу и регулируемой начальной длиной дуги, а также с предварительным разрядом части батареи для очистки места приварки шпилек от покрытий (в том числе антикоррозионных) или загрязнений. Последний режим был разработан специально для судостроительной промышленности.

Большой объем исследований был проведен при разработке технологии приварки алюминиевых шпилек к изделиям космической техники. Особое внимание уделяли прочностным характеристикам сварных соединений. Результаты испытаний свидетельствовали о соответствии образцов жестким эксплуатационным требованиям, предъявляемым к продукции. Это позволило успешно применить оборудование, созданное ИЭС им. Е.О. Патона, для приварки шпилек в производстве деталей космических аппаратов.

Научный и практический интерес вызвали исследования возможности приварки шпилек в условиях высокого и низкого давления среды, сварки под водой и в условиях открытого космоса. Было показано, что при возбуждении дуги тонким выступом, взрывающимся при разряде конденсаторов, можно приваривать шпильки под водой на глубине до 40 м и в вакууме (10^{-5} мм рт. ст.).

Сотрудники ИЭС им.Е.О.Патона, инженеры ряда заводов Украины и России за комплекс работ по конденсаторной приварке шпилек были удостоены Государственной премии Украины.

Развитие работ по приварке шпилек далее происходило в направлении увеличения диаметра привариваемых стержней. Для выполнения этой задачи энергии, накапливаемой в разумном объеме и массе конденсаторной батареи, было недостаточно. Поэтому для приварки стержней диаметром более 10 мм использовали дугоконтактную сварку постоянным током.

В настоящее время по инициативе академика Б.Е.Патона ведутся работы на основе изучения особенностей эксплуатации так называемых суперконденсаторов, отличающихся от конденсаторов обычного типа чрезвычайно высокими удельными показателями (накопленная энергия на единицу массы или объема). Использование таких конденсаторов позволяет в одной установке совместить энергетические достоинства накопления энергии в батарее конденсаторов (малая мощность, отбираемая от электрической сети при зарядке, при очень высокой мощности разряда) и технологические возможности дугоконтактной приварки шпилек (продолжительность разряда благодаря высокой емкости батареи конденсаторов достаточна для устранения влияния состояния поверхности). Большая емкость конденсаторной батареи позволяет также приваривать несколько шпилек (до 5 шпилек диаметром М6) в автономном режиме, т. е. без непосредственной связи с электрической сетью. Это повышает безопасность обслуживания низковольтного аппарата, в особенности при работах внутри судовых корпусов, металлических резервуаров и т.п., а также на лесах строительных конструкций.

Первая в мире сварочная установка с суперконденсаторами была создана в ИЭС им. Е.О. Патона еще в 1980-х годах для стыковой бестрансформаторной сварки стальной проволоки диаметром 1,5 мм. Эта установка успешно внедрена для работ в полевых условиях в автономном режиме. Также успешно были испытаны макеты машин для точечной односторонней контактной конденсаторной сварки и сварочные клещи с суперконденсаторами.

Энергетические и технологические достоинства конденсаторной сварки служат достаточным основанием для продолжения работ по разработке технологии и созданию оборудования для сварки современных материалов с особыми физическими и механическими свойствами в условиях автоматизированных и роботизированных производств.

● #755



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №5–2013

J. Matusiak, J. Wycislik. Оценка химической опасности и запыленности рабочей среды при использовании инновационных способов сварки, пайки и нагрева различных конструкционных материалов

St. Marzec, J. Matusiak, J. Nowicka, J. Wycislik. Оптическое излучение при сварке и пайко-сварке способами CMT и ColdArc

J. Wycislik, J. Matusiak. Обучение сварочного персонала в области охраны здоровья, безопасности и защиты окружающей среды

при сварке и родственных процессах в рамках европейского сотрудничества

M. Jomozik. Термостойкие конструкционные стали для энергетики: прошлое и настоящее

M. St. Weglowski, Y. M. Zhang. Применимость электромагнитного излучения сварочной дуги при диагностировании процесса MAG-сварки

A. Swierczynska. Влияние технологических параметров на содержание диффундирующего водорода в покрытии, наплавленном рутиловой порошковой проволокой

J. Czuchryj, A. Pilarczyk. Вакуумный контроль сварных соединений



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) №3–2013

M. Simek, F. Kolenic. Способ исключения влияния надреза на Т-образных соединениях нержавеющей стали с помощью моделирования лазерной сварки и пайки

T. Kramar, P. Kovacocy. Сварка титана класса 2 дисковым лазером

V.A.Baksajev, P.A. Vasisjev, V. P. Trifonov. Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных прицепов

Визит в школу сварщиков



Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №3–2013

Оптимизация процесса точечной сварки алюминия электродом.

M. Mueller, H. Cramer, T. Bschorr

Анализ влияния величины нагрузки на растяжение и искусственного старения на механические свойства полимерных мембран на основе виннола. **L. Kun, A.C. Murariu, L. Macarie, N. Plesu**

Вклад в развитие процесса сварки трением с перемешиванием (FSW).

R. Cojocaru, L. Botila, C. Ciuca, V. Verbitchi, H. Dascau

Вклад в развитие лазерной обработки материалов. **A.-V. Birdeanu**



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №10–2013

A. Borek, R. Grzelka, A. Klimpel, S. Mucha, B. Shcibisz. Технология лазерной сварки, наплавки и термообработки поверхности

M. Nowak, J. Buchowski, D. Wishniewski. Роботизированная сварка крупногабаритных элементов с помощью off-line программирования

T. Chmielewski, D. Golanski, M. Weglowski, K. Kudla, K. Wojnarowski. Использование способа MAG-SpeedRoot для сварки корневого шва стыковых соединений труб

P. Jamrozik, M. Sozanska, J. Pasternak. Механические свойства сварных соединений из стали Sanicro 25 и сплава HR6W

J. Gorka. Влияние максимальной температуры теплового цикла на свойства моделированной HAZ стали S700MC, подвергнутой термомеханической обработке

K. Skrzyniecki, P. Cegielski, A. Kolasa, P. Kołodziejczak. Способ оценки стабильности системы подачи дуги на основе изменений вольт-амперных характеристик

T. Chmielewski, M. Weglowski, K. Kudla. Новые функции инверторных источников для MMA сварки, изготовленных по технологии MICOR

D. Fydrych, G. Rogalski, J. Tomkow, J. Labanowski. Склонность к образованию холодных трещин в соединениях из стали S420G2+M, выполненных под водой способом мокрой сварки



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №11–2013

A. Gruszczyk, T. Kik. Вторичная твердость сварных соединений из термостойких сталей

J. Matusiak, P. Szlapa, J. Wycislik. Ультразвуковой и слышимый шум при ультразвуковой сварке металлов

E. Turyk. Пригодность красок для покраски сварных стальных элементов без нанесения подслоя

D. Golanski, T. Chmielewski, G. Gontarz, J. Zimmerman, W. Wiosinski. Исследование остаточных напряжений в слоях, напыленных HVOF способом

P. Kołodziejczak, A. Kolasa, K. Skrzyniecki, P. Cegielski. Сварка магниевого сплава группы AM способом MIG

E. Tasak, A. Ziewiec, S. Lech, M. Malik, J. Kubic. Сварка неоднородных материалов в рельсовых соединениях

A. Pietras, A. Węglowska, D. Miara. Влияние условий сварки трением с перемешиванием на процесс выполнения соединения из материалов с различными физическими свойствами

A. Skrzypczyk, S. Sikora. Свойства и структура сварных стальных балочных соединений тридцатых годов прошлого столетия, укрепленных конструкцией из нелегированной стали

Z. Mikno, Z. Bartnik, W. Derlukiewicz, S. Kowieski. Проектирование сварки методом конечных элементов

Порядок прохождения гигиенической оценки сварочных материалов

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Гигиеническая оценка сварочных материалов является обязательным этапом постановки продукции на производство и дальнейшего ее продвижения на рынке потребления. Она должна проводиться аккредитованной лабораторией при сертификации сварочных материалов. Однако в последнее время, когда их сертификация не является обязательной, гигиеническая оценка и санитарно-эпидемиологическая экспертиза сварочных материалов, как показала практика, проводится только по требованию потребителей сварочных материалов.

Сегодня на рынке Украины появилось большое количество частных предприятий различных форм собственности, широко применяющих сварочные работы в различных отраслях промышленности с использованием большого количества сварочных материалов, особенно зарубежных, которые не проходили предусмотренной нормативно-правовыми актами необходимой токсиколого-эпидемиологической оценки с выдачей заключения государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы. В связи с этим, по данным Института медицины труда АМН Украины (Киев), в последнее время увеличилась частота выявления профессиональных заболеваний сварщиков. Это может быть вызвано тем, что в Украину импортируют сварочные материалы, которые для повышения их конкурентоспособности изготавливают по технологическим регламентам, заведомо не отвечающим требованиям санитарного законодательства, и, как следствие, имеют повышенную токсичность загрязняющих воздух аэрозолей со специфическими формами оксидов марганца и других токсичных соединений.

В связи с этой проблемой в США, например, в содружестве с Всемирной организацией охраны здоровья в настоящее время выполняется большая научно-исследовательская работа по снижению воздействия на организм человека сварочного аэрозоля (СА), в составе которого присутствуют канцерогенные вещества, а также марганец и хром как основные вещества, обуславливающие общее негативное влияние на здоровье работников.

Принимая во внимание то, что профессия сварщика относится к опасной с позиций риска профессиональных заболеваний, можно констатировать, что вопросы повышения защиты работающих во вредных условиях сварочного производства заслуживают особого внимания. На наш взгляд, все сварочные материалы, которые изготавливаются в Украине и ввозятся из-за границы, должны проходить государственную санитарно-эпидемиологическую экспертизу в соответствии с Законом Украины «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», а ДП НТЦ «СЕПРОЗ» НАН Украины должен выдавать сертификаты соответствия на продукцию сварочного производства, подлежащую сертификации, лишь при наличии заключения государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы.

Государственную санитарно-эпидемиологическую экспертизу должно выполнять учреждение, которое имеет достаточный опыт работы в этой сфере — ГУ «Институт медицины труда АМН Украины». В свою очередь, подготовка заключения государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы должна осуществляться при наличии протокола гигиенической оценки сварочных материалов, который выдает аккредитованная испытательная лаборатория на основе экспериментальных испытаний сварочных материалов в соответствии со специально утвержденными методиками. Такой лабораторией является аккредитованная в системе УкрСЕПРО испытательная лаборатория (группа) сварочных аэрозолей и средств защиты сварщиков Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. Лаборатория имеет все необходимое испытательное оборудование и средства измерений; может выполнять гигиеническую оценку сварочных материалов в соответствии с Национальными стандартами серии ДСТУ ISO 15011:2008, которые соответствуют Международным стандартам ISO 15011:2006. Поэтому сварочные материалы, ввозимые в Украину и имеющие зарубежные протоко-

лы гигиенической оценки, могут и должны быть проверены по стандартным методикам, принятым как за рубежом, так и в Украине, данной лабораторией.

С 2008 г. в Украине введены в действие методические стандарты серии ДСТУ ISO 15011:2008 «Гигиена и безопасность труда при сварке и родственных процессах. Лабораторный метод отбора аэрозолей и газов, образующихся при сварке»:

- ДСТУ ISO 15011-1:2008. Часть 1. Определение уровня выделений и отбор проб для анализа микрочастиц аэрозолей;
- ДСТУ ISO 15011-2:2008. Часть 2. Определение уровня выделений газов, за исключением озона;
- ДСТУ ISO 15011-4:2008. Часть 4. Форма для записи данных об аэрозолях;
- ДСТУ ISO/TS 15011-5:2008. Часть 5. Идентификация продуктов тепловой деградации, образующихся при сварке или резке изделий, которые полностью или частично состоят из органических материалов.

Стандарт ДСТУ ISO 15011-1:2008 регламентирует требования к отбору проб и химическому анализу сварочных аэрозолей, ДСТУ ISO 15011-2:2008 — к определению уровней выделений газов, образующихся при сварке, ДСТУ ISO 15011-4:2008 — к оформлению результатов гигиенической оценки, а ISO/TS 15011-5:2008 — к определению уровней выделений продуктов теплового разложения органических материалов в результате сварки или резки (см. «Сварщик», № 3, 2009).

Результаты испытаний, полученные с помощью трех первых частей методического стандарта ДСТУ ISO 15011-4, позволяют оценить степень риска вредного воздействия сварочных материалов при их использовании на организм сварщика. Эта часть стандарта основана на современных представлениях в сфере охраны труда, которыми начинают пользоваться и в нашей стране, в частности понятием рисков, обусловленных использованием тех или иных потенциально опасных технологий. В данном случае это — оценочная величина степени риска возникновения профессионального заболевания сварщика.

В основе гигиенической оценки сварочных материалов в соответствии с требованиями стандарта ДСТУ ISO 15011-4:2008 лежит сравнение содержания токсичных компонентов в составе СА с соответствующими предельно допустимыми концентра-

циями (ПДК). Сначала с помощью химического анализа определяют концентрацию каждого из основных компонентов СА и рассчитывают его предельное значение по соотношению

$$LV_{WF(SC_i)} = \frac{LV_i}{i} \times 100, \quad (1)$$

где $LV_{WF(SC_i)}$ — предельное значение i -го главного компонента СА, мг/м³; LV_i — ПДК i -го главного компонента СА; i — массовая доля i -го главного компонента в составе СА, %.

Значения ПДК компонентов СА, принятые в разных странах, могут отличаться и меняться со временем, поэтому при составлении протоколов гигиенической оценки необходимо давать ссылки на соответствующие национальные стандарты.

В некоторых странах для оценки степени риска влияния СА на организм человека требуется использовать аддитивные (суммарные) значения ПДК всех компонентов, входящих в состав СА. В этом случае предельное значение СА рассчитывают по следующей формуле:

$$LV_{WF(A)} = \frac{100}{\sum_1^n \frac{i}{LV_i} + \left(\frac{100 - \sum_1^n i}{LV_{WF}} \right)}, \quad (2)$$

где $LV_{WF(A)}$ — суммарное предельное значение СА, мг/м³; n — число главных компонентов СА; i — массовая доля i -го главного компонента СА, %; LV_i — ПДК i -го главного компонента СА, мг/м³; LV_{WF} — ПДК химических веществ в составе СА с низкой и средней токсичностью, мг/м³.

Поскольку химические вещества с низкой и средней токсичностью имеют на один-два порядка меньшие значения ПДК, что несущественно отражается на общей токсичности СА, нет необходимости в их экспериментальном определении. Их содержание проще рассчитать как разность концентраций между содержанием главных и второстепенных токсичных компонентов СА. Это позволяет сократить трудоемкость и стоимость химического анализа СА.

В зависимости от уровня выделений СА и его предельного значения, рассчитанного по соотношению (1) или (2), проводят определение класса сварочного материала. Для этого пользуются системой классификации, представленной в *таблице*.

Таблица. Классификация сварочных материалов по уровню выделений и рассчитанному предельному значению сварочного аэрозоля

Предельное значение выделений СА, мг/м ³	Уровень выделений аэрозоля, мг/с	Менее 3	От 3 до 8	От 8 до 15	От 15 до 25	Более 25
	Класс сварочного материала	A	B	C	D	E
Более 4,5	5	5a	5b	5c	5d	5e
От 3,5 до 4,5	4	4a	4b	4c	4d	4e
От 2,5 до 3,5	3	3a	3b	3c	3d	3e
От 1,5 до 2,5	2	2a	2b	2c	2d	2e
От 0,5 до 1,5	1	1a	1b	1c	1d	1e
Менее 0,5	0	0a	0b	0c	0d	0e

В первой колонке таблицы указаны пределы изменения предельного значения СА, во второй — класс сварочного материала, который может изменяться от 0 до 5 (0 — наиболее опасный, 5 — наименее опасный). Номер класса сварочного материала указывает на соответствующую токсичность СА и на приблизительную концентрацию СА, которую необходимо соблюдать; например, 1 означает, что концентрация СА не должна превышать 1 мг/м³. При этом суммарное предельное значение СА округляют до ближайшего значения 0,1 мг/м³.

Пределы уровней выделений СА обозначены буквами а, b, с, е: а — самый низкий, е — наиболее высокий уровень выделения СА. Например, сварочный аэрозоль, предельное значение которого составляет 3 мг/м³, а уровень выделения — 5 мг/с, относится к классу 3b. Таким образом, двузначное обозначение класса — цифрой (по величине предельного значения СА) и буквой (по уровню выделений СА) — дает возможность получить обобщенный показатель степени риска воздействия СА на организм сварщика.

Стандарты ISO 15011 учитывают то, что их применение допускает использование национальных нормативных документов для выполнения гигиенической оценки сварочных материалов и не ограничивает использование для химического анализа СА каких-то определенных приборов.

Систему гигиенической классификации сварочных материалов, приведенную в стандарте ДСТУ ISO 15011-4, можно использовать в следующих случаях:

- для оценки степени риска использования сварочных материалов;
- для получения гигиенического заключения при постановке новой продукции на производство;
- для сертификации сварочных материалов, в том числе ввозимых в Украину;
- для сравнительной гигиенической оценки различных видов и марок сварочных материалов (как отечественных, так и зарубежных) с целью выбора наиболее оптимальных технологий сварки;
- для выбора наиболее благоприятных по гигиеническим характеристикам марок (составов) сварочных материалов на стадии разработки.

Таким образом, выполнение гигиенической оценки сварочных материалов в нашей стране согласно ДСТУ ISO 15011 как единому методическому стандарту в конечном итоге позволит минимизировать риск вредного воздействия СА на организм сварщиков при использовании новых разработок сварочных материалов и будет способствовать их продвижению на мировом рынке, а также даст возможность контролировать материалы, ввозимые в Украину.

● #756

ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2014**
на журнал «Сварщик в России».

Подписной индекс **20994** в каталоге «Пресса России».

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

Подготовка специалистов сварочного производства в профессионально-педагогических образовательных учреждениях: проблемы и перспективы

Л.Т. Плаксина, канд. техн. наук, ФГАОУ ВПО РГППУ (Екатеринбург)

Профессиональная подготовка в современных условиях обусловлена растущими требованиями работодателей. Происходящие изменения социально-экономического развития создают потребность постоянного повышения качества профессиональной подготовки выпускников вузов. Возникла необходимость существенного преобразования системы подготовки специалистов, стало очевидным, что профессиональное образование должно ориентироваться на подготовку специалистов, обладающих высоким уровнем профессионализма и компетентности, позволяющим выпускнику быть востребованным на рынке труда. Таким образом, гарантом успеха в современных условиях становятся качество профессиональной подготовки и ориентация на рынок.

Существующее профессионально-педагогическое образование (Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 051000 — Профессиональное обучение (по отраслям)) предполагает интегративную подготовку конкурентоспособного специалиста. Выпускники профессионально-педагогического вуза одновременно получают профессионально-технологическую подготовку по одной из отраслей знаний, что характерно для большинства вузов, и педагогическую подготовку, которая позволяет осуществлять обучение этим знаниям других.

В частности, кафедра сварочного производства и методики профессионального обучения Российского профессионально-педагогического университета осуществляет подготовку бакалавров профессионального обучения, профилизация «Технологии и технологический менеджмент в сварочном производстве», профиль «Машиностроение и материаловедение». В блок изучаемых дисциплин входят такие дисциплины, как «Теория сварочных процессов», «Материаловедение», «Термическая обработка металлов», «Основы заготовительного производства», «Источники питания для сварки», «Проектирование сварных конструкций», «Производство сварных конструкций», «Технология и оборудование электродуговой сварки», «Проектирование сва-

рочных участков», «Газопламенная обработка металлов», «Автоматическое управление сварочной техникой», «Контроль качества сварных соединений», «Технология и оборудование контактной сварки», «Упрочнение и восстановление деталей машин», «Управление предприятием и технологический менеджмент» и др.

В блок дисциплин методического и психолого-педагогического направления входят следующие дисциплины: «Методика профессионального обучения», «Методика воспитательной работы», «Общая и профессиональная педагогика», «Педагогические технологии», «Общая психология», «Возрастная физиология и психофизиология» и др. Необходимо отметить, что на лабораторно-практические занятия в общем объеме аудиторных занятий отведено не менее 50%, а зачастую и 70–80% и более. Студенты проходят (наряду с заключительной преддипломной) следующие виды практик: учебную, производственную, технологическую и педагогическую.

Кроме того, в учебный план включено прохождение практического (производственного) обучения в мастерских кафедры как для студентов очной, так и заочной форм обучения. Студенты очной формы обучения проходят полный цикл бесплатного обучения по рабочей профессии с выдачей удостоверения государственного «Электрогазосварщик 2-го разряда» (наряду с получением диплома государственного образца). В течение четвертого курса возможно повышение квалификации по рабочей профессии до 3–4-го разрядов (обучение платное). Таким образом, подготовка бакалавров профессионального обучения имеет достаточно ярко выраженный прикладной характер.

В результате в сфере образования выпускники кафедры могут работать мастерами производственного обучения и преподавателями в учебных заведениях профессионального образования различного уровня, в отделах технического обучения предприятий, службах занятости населения. В сфере производства выпускники смогут не только заниматься непосредственной реализацией технологического процесса в избранной отрасли, но и опти-

мально взаимодействовать с коллегами, что способствует уменьшению периода адаптации и ускоренному продвижению выпускников по служебной лестнице. Кроме того, полученное образование позволит «настраивать» осуществляемый технологический процесс на рыночного потребителя, что характерно для сферы предпринимательства и бизнеса.

Выпускники кафедры сварочного производства работают в учебных заведениях профессионального образования различного уровня, на множестве предприятий Екатеринбурга и Свердловской области («Уралтрансмаш», «Уральские локомотивы», «Уралмашзавод», «547 механический завод», «Буланашский механический завод», «СКБ «Новатор», «Завод сварочного оборудования «Искра», «Певотуральский новотрубный», «Уралхиммаш» и др.), в сфере бизнеса и предпринимательства («ИТС Урал», «Шторм ИТС», «Дельтасвар», «Ветек» и др.), занимая при этом самые различные должности — от рядового исполнителя до главного сварщика, главного инженера и директора. Проблема трудоустройства у выпускников кафедры сварочного производства (особенно последние 3 года) отсутствует.

Необходимо отметить, что сегодня непросто найти хорошо подготовленных специалистов в мелком производстве, ремесленничестве, сфере услуг — существует профессиональная ниша в этих областях. Кроме того, есть потребность в подготовке мастеров сварочного производства для промышленных предприятий, квалифицированных мастеров-инструкторов, способных показать рабочим-сварщикам необходимые практические навыки и дать рекомендации по технике качественной сварки. И, безусловно, объективно существует дефицит хорошо подготовленных рабочих-сварщиков высокой квалификации, способных выполнять сложные заказы с использованием сварочного оборудования, разработанного на основе наукоемких технологий. Последнее в области подготовки специалистов сварочного производства является наиболее острой проблемой в настоящее время, так как старые рабочие уходят, молодых рабочих практически нет, а имеющиеся рабочие кадры не соответствуют потребностям современного рынка труда.

Еще в 1990-х годах Российский государственный профессионально-педагогический университет начал разработку теоретических основ высшего рабочего образования, так как уже тогда Российская система профессионального образования не удовлетворяла потребностей экономики в квалифицированных рабочих кадрах.

Основные девять принципов обучения:

1. Политехническое образование, предусматривающее овладение системой знаний о научных основах современного производства.
2. Соединение обучения с производительным трудом учащихся (студентов), связь теории и практики.

3. Моделирование профессиональной деятельности в учебном процессе (выявление типовых задач, трансформация их в учебно-производственные задачи, выбор форм организации учебного процесса и методов обучения).

4. Профессиональная мобильность, предусматривающая способность человека быстро осваивать технические средства, технологические процессы и новые специальности, воспитание потребности постоянно повышать свое образование и квалификацию, стремление к всестороннему саморазвитию. Мобильность, творческий характер труда зависят от широты кругозора, осмысления и решения тех проблем, которые ставит перед человеком практика, а также от видения и понимания перспектив развития производства. Поэтому необходимо учитывать наряду с тем, что знает учащийся (студент) сегодня, также то, что он сможет узнать завтра. Цель обучения и состоит в том, чтобы обучающиеся не только овладели профессией, но и развили свой интеллект. Содержание профессионального обучения должно быстро совершенствоваться и адаптироваться при возникновении инноваций в технике, технологии и организации труда.

5. Модульность обучения, сущность которого состоит в том, что обучающийся самостоятельно может работать с предложенной ему индивидуальной учебной программой, включающей в себя банк информации и методическое руководство по достижению поставленных дидактических целей.

6. Систематичность и последовательность.

7. Создание окружающей среды, предполагающее, прежде всего, наличие учебно-материальной базы производственного обучения и дидактических средств, соответствующих современным техническим, технологическим, эргономическим, экономическим, педагогическим, санитарно-гигиеническим, экологическим требованиям, а также требованиям безопасности труда и охраны здоровья учащихся (студентов).

8. Компьютеризация педагогического процесса, приобретающая особую актуальность в связи с внедрением электронно-вычислительных средств во все сферы жизни.

9. Экономическая целесообразность, определяющая необходимость прогнозирования, планирования подготовки рабочих по таким профессиям и с таким уровнем квалификации, которые были бы востребованы на рынке труда.

В настоящее время проблема образования рабочих, качество их подготовки, формирование профессиональных компетенций становится определяющим фактором в деле преодоления технологического отставания России. Для сравнения: в Японии 80% рабочих имеют высшую квалификацию (в том числе зачастую и высшее образование), в США — 43%, в Германии — 56%, в России — от 5 до 15% (по разным источникам).

В настоящий момент профессиональному образованию требуется работа «под заказ», сформированная реальным сектором экономики, конкретными работодателями. Высшая школа способна разработать необходимую для этого научно-методическую документацию и подготовить специалистов различных уровней и направлений; подготовку необходимо вести на высокотехнологичном современном оборудовании. Для решения этих вопросов необходимо:

- разработать систему подготовки и повышения квалификации рабочих кадров на основе инновационных технологий с учетом требований промышленности;
- наладить взаимодействие между образовательным учреждением и промышленными предприятиями;
- создать центры практической подготовки будущих специалистов на базе предприятий, для чего предварительно разработать экономический механизм, стимулирующий предприятия к вложению средств в создание таких центров на своих территориях или развитие учебно-материальной базы учебных заведений (что является возможным решением проблемы в условиях финансирования учебных заведений системы высшего образования по остаточному принципу).

На кафедре сварочного производства накоплен следующий опыт в решении вопроса подготовки высококвалифицированных рабочих-сварщиков:

- под руководством аспиранта кафедры (он же мастер производственного обучения) реализуется проект «Разработка и внедрение учебно-методического комплекса профессиональной подготовки рабочего персонала сварочного производства ОАО «Уралмашзавод» по применению нового высокотехнологичного оборудования»;
- внедрена технология сварки в различных смесях защитных газов (углеродистых и легированных сталей, а также цветных сплавов); результаты разработки использованы для подземных сооружений оборонной промышленности, что подтверждено соответствующими актами внедрения в производство ООО «547 Механический завод»;
- на кафедру поставлен ряд единиц оборудования ПАРС (ИЦ РАДИС); проведены семинары-презентации, имеющие своей целью ознакомление преподавателей и студентов, а также представителей ряда промышленных предприятий Екатеринбурга и Свердловской области с отечественным сварочным оборудованием, созданным на основе наукоемких технологий.

● #757



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

14-17 октября 2014 Крокус Экспо, Москва

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



Тематика выставки:

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

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

Организатор
выставки:



ООО «Райт Солюшн»
info@stankoexpo.com

+7 (495) 988-27-68

www.stankoexpo.com

XII Международный промышленный форум

XII Международный промышленный форум состоялся 19–22 ноября 2013 г. в Киеве в Международном выставочном центре. Форум проходит ежегодно по распоряжению КМУ и уже девять лет входит в список ведущих промышленных выставок мира, официально признанных Всемирной ассоциацией выставочной индустрии UFI.

Организаторы форума — Министерство промышленной политики Украины, УНК «Укрстанкоинструмент», ООО «Международный выставочный центр».

В этом году специализированные выставки разместились на территории 17 000 кв. метров (два павильона МВЦ). В них приняли участие 430 компаний, представив оборудование и технологии из 34 стран мира. Форум посетили 10 911 человек. В рамках Форума были представлены экспозиции из Республики Беларусь, Италии, Китая, Турции и Чешской Республики, а также официальные экспозиции Кировской области, республики Татарстан и Чувашской Республики (Россия).

УкрСварка. Посетители экспозиции специализированной выставки «УкрСварка», были удовлетворены разнообразием оборудования для сварки и резки металла. В рамках экспозиции компании Kuhnreiber s.r.o. (Чешская Республика), ООО «Вистек» (Киев), ООО «Дельта — Современные технологии» (Днепропетровск), ООО «Саммит» (Днепропетровск), ООО «Фрониус Украина» (Киевская обл.), ООО «Центроспав-Украина» (Киев) развернули сварочные посты, на которых все желающие

могли увидеть работу оборудования в исполнении сварщиков-демонстраторов.

Отечественная машиностроительная отрасль была представлена ведущими предприятиями-производителями: ЧАО «Артемковский машиностроительный завод «Вистек» (Донецкая обл.), ПАО «Каховский завод электросварочного оборудования» (Херсонская обл.), ООО «НПФ «Техвагонмаш» (Полтавская обл.).

Оборудование для раскроя листового металла широко представили украинские производители: ООО «Завод автогенного оборудования «Донмет» (Донецкая обл., ОДО «Зонт» (Одесса), ООО «НПФ «Радикан» (Николаев), НПП «Техмаш» (Одесса), а также дилер Pierce Control Automation — ЧП «Фирма «Фаворит АМ» (Львов).

Вниманию многочисленных посетителей были представлены промышленные роботизированные сварочные комплексы Panasonic и Motoman на стендах системных партнеров — компаний ООО «КБ Роботикс Инженерия» (Киевская обл.) и ООО «Триада Сварка» (Запорожье).

Широкую номенклатуру материалов для сварки, наплавки и резки предложили компании: Каунак Teknigi San.VeTic.A.S. (Турция), ООО «Аргус Лимитед» (Одесса), ЧАО «АМЗ «Вистек» (Донецкая обл.), ООО «Запорожэлектрод» (Запорожье), ООО «ЭСАБ Украина» (Киев), ООО «Торговый Дом «ЛЭЗ» (Киев), ООО «Мендол» (Днепропетровская обл.), ООО «Оливер Украина» (Киевская обл.), ООО «НПП «Сварка Евразии», (Москва), ООО «Фрунзе-Электрод» (Сумы) и др.

20 ноября Общество сварщиков Украины организовало конкурс мастеров производственного обучения по сварке в учреждениях профтехобразования Киева и Киевской области. Конкурс включал теоретический экзамен и показательное соревнование по проведению сварочных работ на специально оборудованной площадке.

Металлообработка, Укрмаштех, Укрвортех. В Международном форуме традиционно приняли участие отечественные заводы: ХЗКПО «Пригма-Пресс» (Хмельницкий), ЧАО «Черниговский механический завод», ОАО «Одесский завод ради-



ально-сверлильных станков», ЧП «Чип» (Нововолынск), ДП «Проминструмент» и др.

Впервые за годы проведения Промышленного форума была представлена экспозиция предприятий Италии, которая вызвала повышенный интерес посетителей.

Особым интересом у посетителей форума пользовалось оборудование на стендах представительств таких компаний, как Alfleth Engineering AG (Швейцария), Bystronic AG (Швейцария), DMG (Германия), Galika AG (Швейцария), Gleason Sales (Германия), Knuth Werkzeugmaschinen GmbH (Германия), Spinner Werkzeugmaschinenfabrik GmbH (Германия), Sodick Company Ltd (Япония) и других. Украшением экспозиции стал новейший лазерный станок AMADA, представленный на стенде официального дилера — компании ООО «Батекс» (Киев).

Все разнообразие последних разработок станкостроительной отрасли Европы, а также образцы оборудования из Азии и США были показаны на стендах ведущих украинских дилеров: компаний «Абпланалп Украина» (Киев), ООО «АКМА-Станкоимпорт» (Днепропетровск), ООО «Алиста» (Днепропетровск), ООО «Батекс» (Киев), ООО ТЦ «ВариУс» (Днепропетровск), ООО «Дебико» (Днепропетровск), ООО «Дельта — Современные технологии» (Днепропетровск), ООО «Зенитек Украина» (Днепропетровск), ООО «Империя металлов» (Харьков), СП «Стан-Комплект» (Киев), ООО НПП «Станкопромимпорт» (Харьков), ООО «Сфера-Техно» (Киев) и многих других.

Произвела впечатление на гостей выставки экспозиция металлорежущего инструмента, традиционно представленная такими брендами, как Festool, Saint-Gobain, Sandvik Coromant, Seco AB, Iscar, Walter, Narex Zdanice, TaeguTec, Korloy Inc., Sumitomo, Guehring OHG, ZCC Cutting Tools Europe GmbH и др.

Новым участником Форума в 2013 г. стал отечественный производитель лазерного оборудования ООО «Арамис» (Черкассы).

Укрпромавтоматизация. Участие в работе выставки «Укрпромавтоматизация» приняли ведущие IT компании, разработчики систем автоматизации, производители приборов, отраслевые институты. Широкий ассортимент средств автоматизации и деталей для станков с ЧПУ представила компания «Рефит». Специалистам на выставке предоставляли не только технические консультации, но и помощь в подборе оборудования.

Успешно представил свою экспозицию постоянный участник выставки — компания ВО «Овен», отечественный производитель средств промышленной автоматики и контрольно-измерительных приборов (датчики, контроллеры, преобразователи частоты, регуляторы и т.д.).



Линейка продукции для комплексной автоматизации инженерной подготовки производства в машиностроении была представлена компанией Аскон-КР: Компас-3D, Лоцман: PLM, Вертикаль, Гольфстрим.

Фирма «1С» представила набор компьютерных программ делового, образовательного и домашнего назначения. На сегодняшний день более 1000 организаций доверили свой бизнес программным разработкам «1С».

Специалисты компании «ДСМ-Трейд» предоставили полный спектр услуг по автоматизации, системной интеграции программного и аппаратного обеспечения для решения различных задач машиностроения, промышленного и гражданского строительства. Компания является поставщиком решений для систем технического документооборота на основе аппаратного и программного обеспечения компаний Canon (Япония) и Ose NV (Нидерланды).

Впервые в выставке участвовала компания IFS Украина, которая является официальным партнером международной корпорации IFS на украинском рынке и осуществляет внедрение, техническую поддержку, установку и модификацию системы ERP класса IFS Applications. IFS Applications позволяет управлять производством, финансами, персоналом,





поставками, проектами, продажами и маркетингом в единой системе управления предприятием.

Особым интересом пользовалась экспозиция Open Mind, ведущего разработчика систем автоматизированного проектирования и программирования, предназначенных для конструирования и изготовления сложных форм и деталей для машиностроения, автомобильной и аэрокосмической промышленности.

Компания «Эси Групп» представила свою продукцию и услуги по проектированию и реализации систем внешнего и внутреннего электроснабжения, автоматизации и диспетчеризации (BMS, АСУ и АСУТП).

Образцы, стандарты, эталоны, приборы. В этом году участники выставки — предприятия-производители и дистрибьюторы измерительной техники продемонстрировали новинки отечественного и зарубежного оборудования. Среди постоянных участников следует отметить продукцию: ООО «Интрон-Сэт» — приборы и оборудование для неразрушающего контроля и технической диагностики, экологического контроля российских компаний «Интерприбор», «Интрон Плюс», «Алтек», «Кропус»; группы компаний «Веда» — широкий спектр весового оборудования производства Веда® и Vyshay®, а также оборудование для магнитно-абразивной обработки (МАОТм) деталей и инструмента; ООО «Вика Прибор» — более 50.000 модификаций измерительного оборудования «WIKА Alexander Weigand SE&Co.KG» (Германия); ООО фирма «Кода» — оборудование для измерения и сигнализации уровня веществ Vega (Германия), средства измерения линейно-угловых величин фирмы TESA и Standard Gage (Швейцария); ООО «Мир весов» — новинки весового оборудования фирмы «Zemic» и «Rinstrum» (США); ООО «Снол Украина» — сушильные шкафы, промышленные электропечи для изготовления, сушки и прокаливания сва-

рочных электродов фирмы «Umega» (Литва); ООО «Диагностические приборы» — продукция для технической диагностики и неразрушающего контроля компаний «Olympus» (Япония), «Galdabini» (Италия), «Parker Research Corporation» (США); НПФ «Ультракон» — приборы для технической диагностики и неразрушающего контроля ЗАО «Константа» (Россия), «Votum» (Молдова), НПП «Техно-тест» (Россия) и многих других.

Впервые в выставке приняли участие группа компаний «Аплисенс», которая представила приборы для измерения уровня сыпучих компонентов производства UWT (Германия), и компания «Макролаб ЛТД» — лабораторное оборудование для пробоподготовки, определения химического и фазового состава, муфельные и сушильные шкафы.

Безопасность производства. Специализированная выставка «Безопасность производства» гармонично дополнила общую экспозицию Международного промышленного форума и еще раз подтвердила актуальность тематики охраны труда и промышленной безопасности, как неотъемлемой части любого производственного процесса. Особое внимание посетителей привлекли образцы рабочей одежды и обуви на стендах отечественных компаний-производителей: ООО «Антал» (Киев), ООО «Браво спецодежда» (Киев), ООО «Вишневская обувная фабрика», (Киевская обл.), ООО «НИД Групп» (Киев). Коллекция тканей специального назначения для пошива рабочей одежды была представлена ООО «Мастер Текстиль» (Киев).

Широкую номенклатуру профессиональных СИЗ для промышленного альпинизма продемонстрировал украинский производитель — Группа производственных предприятий KROK™ (Луганская обл.).

Коллекцию стендов и знаков промышленной безопасности представили: ЧП «Деста» (Ровно), ООО «ДХ-Студия» (Ровно), ЧП «Реаль» (Чернигов).

Свои предложения в области обучения должностных лиц, задействованных для проведения работ повышенной опасности, и специалистов по охране труда, представили киевские фирмы ООО УПЦ «Профессиональная безопасность» и ЧП «Укр-промлифтвер».

Информационный раздел выставки был представлен журналами: «Сварщик», «Автоматическая сварка», «Двигатель», «Международный деловой журнал», «Металлообработка и станкостроение», «Наука и Техника», «Ритм», «Energy. Нафта і газ», «Рынок металлопроката и металлообработки», «Технополис», «Мир автоматизации» и др.

Организаторы XII Международного промышленного форума выражают благодарность всем экспонентам специализированных выставок за активное участие, средствам массовой информации за объективное и яркое освещение мероприятия. Надеемся на новую встречу в 2014 году! ● #758



weldex
РОССВАРКА

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

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

Всё для сварки, резки и наплавки!

Более 250 компаний из 20 стран мира!



+7 (495) 935 81 00

www.weldex.ru

забронируйте стенд на сайте www.weldex.ru

Организатор:



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

Официальная поддержка:



Российское
научно-техническое
сварочное общество



European Welding Association



ММАГС

**Генеральный
информационный партнер:**



Журнал
«Сварочное производство»

Выдающийся физик-теоретик Александр Юльевич Ишлинский

А.Н. Корниенко



А.Ю. Ишлинский

Известному ученому в области математики и механики, одному из создателей теории инерциальной навигации и управления, автору фундаментальных исследований в области механики сплошной среды, динамики твердого тела, гироскопии, крупному организатору науки и замечательному педагогу академику Александру Юльевичу Ишлинскому в прошлом году исполнилось бы 100 лет. Результаты его работы использовали конструкторы оборонных отраслей промышленности, а для

реализации сложнейших проектов потребовалось создать новые технологии сварки, пайки, напыления.

Александр Юльевич родился в Москве. Его отец Юлий Эдуардович Ишлинский происходил из старинной дворянской семьи, после окончания среднего технического училища работал техником-механиком на железной дороге, а во время русско-японской войны 1905 г. служил машинным квартирмейстером крейсера «Богатырь».

Еще в школе Александр увлекся радиотехникой и в 1928 г., окончив семь классов, поступил на электротехнические курсы им. Л.Б.Красина (с 1930 г. — Московский электромеханический техникум). В 1930 г. выпускника техникума оставляют заведовать кабинетом черчения, и вскоре он уже заменяет педагогов — преподает теоретическую механику, физику, сопротивление материалов. Работая в техникуме, Александр Юльевич сдает экстерном экзамены за первый курс Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ) и в 1931 г. поступает на второй курс механико-математического факультета. В соответствии с программой ознакомления с общим машиностроением и конструированием, А.Ю.Ишлинский прошел большую производственную практику на авиационных заводах и в конструкторском бюро Дирижаблестроя. Энергичный и общительный сту-

дент находил время для общественной работы, спорта, играл на скрипке в студенческом оркестре. В 1935 г. Александра Юльевича принимают в аспирантуру университета, и в 1938 г., защитив диссертацию («Трение качения» — о движении абсолютно жесткого катка по релаксирующему и упруго-вязкому грунту), получил степень кандидата физико-математических наук. В 1943 г. А.Ю.Ишлинский защитил докторскую диссертацию на тему «Механика не вполне упругих и вязкопластических тел», а в 1944 г. стал профессором МГУ (кафедра теории упругости). Следующие два года работал в Институте механики АН СССР и заведовал кафедрой в Московском военно-инженерном училище, читал лекции в других вузах. В то время никто не предполагал, что результаты его исследований пригодятся при создании лунохода и марсохода.

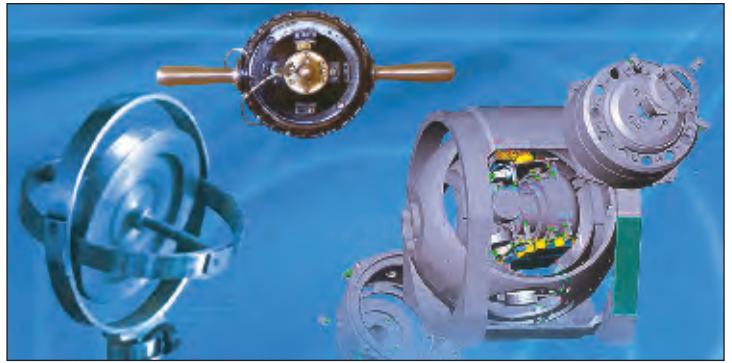
В середине 1940-х годов А.Ю.Ишлинский заинтересовался новой для него темой — гироскопами. До середины 1940-х годов основными «потребителями» гироскопических устройств были морской флот и авиация, и он начинает участвовать в работах научно-исследовательских институтов судостроительной промышленности. Наставником Александра Юльевича становится выдающийся математик и кораблестроитель академик А.Н.Крылов. Обширные научные и инженерные знания в области гироскопической техники, техники следящих систем и в ряде других разделов точного приборостроения А.Ю.Ишлинский почерпнул у талантливого инженера Н.Н.Острякова. Однако в эти годы основное место в его научных интересах продолжали занимать проблемы упругости и пластичности материалов.

В 1948 г. А.Ю.Ишлинский переехал в Киев, его избрали академиком АН УССР. До 1955 г. он возглавлял Институт математики АН УССР, в 1956–1965 гг. заведовал отделом общей механики института. Одновременно он преподавал в Киевском государственном университете им. Т.Г. Шевченко. Под руководством А.Ю.Ишлинского были широко развернуты исследования в

области математической физики, вычислительной математики, механики. Он выполнил фундаментальные исследования по динамике грунтов, сыпучих сред, твердого и деформируемого тела, устойчивости быстровращающихся сред с наполнителем.

В период создания в СССР ракетно-ядерного щита решение этих задач было крайне необходимо для разработки конструкций баллистических ракет и машин для перемещения по лунной поверхности. Подключившись к исследованиям по взрывной тематике, он вместе с академиком М.А.Лаврентьевым открыли эффект потери устойчивости при динамическом нагружении конструкций. Оказалось, что ударно сжатый с концов стержень не выгибается дугой (как гласит классическая механика), а приобретает форму «гармошки». Было доказано, что конструкции могут выдерживать кратковременные нагрузки, многократно превышающие пределы их устойчивости. А.Ю.Ишлинский предложил решение трехмерной устойчивости деформируемых тел, когда параметры нагружения входят только в граничные условия. Вместе с сотрудниками он исследует устойчивость движения твердых тел с полостями, заполненными идеальной несжимаемой жидкостью. Результаты этих работ пополняли научные основы ракетостроения. Главные конструкторы с уверенностью уменьшали толщину стенок, увеличения нагрузки.

В то же время ученый продолжал развивать теорию гироскопов и систем инерциальной навигации. Осенью 1955 г. А.Ю.Ишлинский возвратился в Москву, стал научным руководителем Института прикладной механики. В 1956 г. он еще возглавил кафедру прикладной механики на механико-математическом факультете МГУ. За несколько лет А.Ю.Ишлинский сформировал мощную научную школу по изучению механики гироскопических и навигационных систем, решил сложнейшие задачи теории гироскопов и занял ведущее место в мире в этом разделе науки. Созданием giroкомпасов занимались многие ученые мира, в том числе и А.Эйнштейн. Александр Юльевич с гордостью рассказывал, что не им, а ему удалось создать точную теорию пространственного giroкомпаса и двухгироскопической вертикали. В дальнейшем большинство отечественных гироскопических приборов и систем было разработано при непосредственном участии Ишлинского. Он стал крупнейшим специалистом страны в этой области.



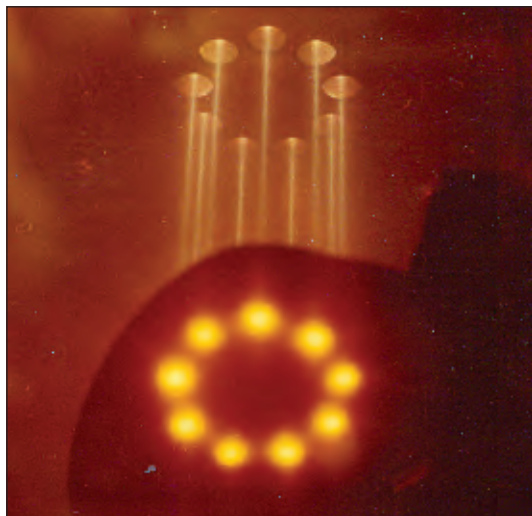
Значение созданной А.Ю.Ишлинским теории управления баллистическими ракетами невозможно переоценить. Ему удалось решить задачу определения точного времени отсечки (момента выключения двигателя). Принципиальное значение имела работа Александра Юльевича об уравнениях задачи определения местоположения движущегося объекта посредством гироскопов и измерителей ускорений (1957 г.), послужившая по существу основой при последующем проектировании двухкомпонентных инерциальных навигационных систем.

В 1960 г. А.Ю. Ишлинский был избран действительным членом АН СССР, удостоен Ленинской премии, а в следующем году — звания Героя Социалистического Труда.

Необходимо отметить, что за теоретическими исследованиями А.Ю.Ишлинского последовали конкретные расчеты, конструирование, создание необходимых материалов и технологий, которыми занимались десятки специальных организаций, причем сварка и родственные технологии в этой цепочке заняли одно из ведущих мест. О том, как решались проблемы обеспечения прочности несущих конструкций и герметичности топливных баков известно достаточно широко (см. «Сварщик»). Однако менее известно о том, как были решены технологические задачи создания надежных систем управления ракетных комплексов. Первым узлом в системе управления являются гироскопы.

На свойстве оси гироскопов сохранять в пространстве приданное ей первоначальное положение основана работа устройств, применяемых для автоматического управления движением самолетов, судов, торпед, ракет, а также для целей навигации (указателей курса, поворота, горизонта и др.), измерения угловых или поступательных скоростей движущихся объектов (например, ракет) и для многих других случаев (например, прохождения стволов штолен, прокладки туннелей, бурения скважин). Для того чтобы

известный с детства волчок-юла стал гироскопом, необходимо закрепить его в кольцах карданова подвеса, обеспечив оси три степени свободы. И эти элементы поворачиваются в подшипниках, которые должны выдержать колоссальный удар при запуске и сохранять работоспособность на всех участках перемещения ракеты. А подшипники, в которых две половинки обоймы, удерживающие шарики, скреплены между собой заклепками, оказались ненадежными. В ИЭС им. Е.О.Патона были разработаны оборудование и технология электронно-лучевой сварки расщепленным пучком (О.К.Назаренко). Потоки электронов одновременно сплавляли обойму и точечные швы вместо заклепок прочно ее схватывали.



Задача создания следующего узла системы управления ракетами потребовала обеспечить высокую надежность изготовления электронных схем. Миниатюрные полупроводники, транзисторы и другие детали из экзотических материалов необходимо было изготовить, соединить между собой тончайшими проводниками, «упаковать» в платы и в конце концов, так же как гироскопы, герметизировать в емкостях, ящиках и др. Для того чтобы в кратчайшие сроки решить эти проблемы Б.Е.Патон как руководитель Координационного совета ГКНТ СССР по сварке привлек специалистов ряда институтов.

В том же году в ИЭС были открыты поисковые темы по диффузионной, конденсаторной и плазменной сварке, отдел К.К.Хренова переведен из Института электротехники и созданы специальные лаборатории. Под непосредственным руководством Б.Е.Патона с кратчайший срок были решены задачи создания новой элементной базы систем управления.

Работы А.Ю. Ишлинского в области инерциальной навигации служили научной базой конкретных разработок систем управления: баллистическими и другими ракетами, космическими аппаратами и автоматическими межпланетными станциями, водным и воздушным транспортом. Реализация проектов во многом зависела от сварки и родственных технологий. Сотрудникам ИЭС пришлось срочно внедрять новые технологии и налаживать изготовление таких систем в НИИ и КБ, в том числе систем управления космическими аппаратами для мягкой посадки на Луну и Венеру, для облета Луны, спутников Марса и возвращаемого корабля «Буран» (НИИ-944, главный конструктор Н.А.Пилогин), наиболее «быстрым оружием» ПВО — «Системой-300» (фирмы «Факел» и «Алмаз», главные конструкторы С.Л.Берия, В.И.Кузнецов) и др. Сотрудники ИЭС участвовали и в производстве гироскопов в Киеве на заводе им. Г.И.Петровского, в Ижевске и в других городах. В частности, была разработана технология ЭЛС корпусов из алюминиевых сплавов (А.А.Бондарев). Были созданы средства управления движением ракет во время полета, так чтобы дальнейшее баллистическое движение ракеты позволило достигнуть цели.

А.Ю. Ишлинский не был кабинетным ученым. Он активно участвовал в выполнении ракетно-космических программ СССР, в работах Государственных комиссий, в подготовке и проведении большинства лет-

ных испытаний ракет и запусков космических аппаратов. (Александр Юльевич чудом уцелел при взрыве межконтинентальной баллистической ракеты Р-16 в 1960 г. на космодроме Байконур.) Диапазон интересов физика-теоретика был необычайно широк. Очень подвижный и энергичный человек, Ишлинский побывал на всех континентах, даже на Южном полюсе. Встречался со многими известными людьми: главами государств, членами королевских семей. В своем творчестве Александр Юльевич неоднократно возвращался к осмыслению научных достижений, к истории науки.

Большое значение придавал А.Ю. Ишлинский постановке высшего технического образования в стране. Для характеристики научно-организационной деятельности А.Ю. Ишлинского достаточно сказать, что он вошел в состав созданного в 1956 г. Национального комитета СССР по теоретической и прикладной механике; был членом Генеральной ассамблеи и членом Бюро Международного союза теоретической и прикладной механики (IUTAM); президентом Всесоюзного совета научно-технических обществ; почетным президентом Российской инженерной академии; вице-президентом, президентом и затем почетным президентом Всемирной федерации инженерных организаций; членом Международной академии астронавтики; почетным членом Международной академии истории науки; членом академий наук Польши и Чехословакии; инженерных академий Великобритании и Мексики; Национального географического общества США и т.д.

Наряду с научной и инженерно-технической деятельностью Александр Юльевич занимался издательским делом. А.Ю.Ишлинский придавал большое значение терминологии, полагая, что неправильный термин — это потенциальный источник ошибок и заблуждений. В 1978 г. Президиум АН СССР поручил А.Ю.Ишлинскому создать толковый политехнический словарь. Проанализировав множество терминологических ГОСТов, отраслевых энциклопедий и словарей, А.Ю. Ишлинский установил, что определения терминов в различных изданиях расходятся, «назначаются» бессистемно. Таковую оценку он дал и узаконенной на то время терминологии по сварке и родственным технологиям. Совместно со специалистами по сварке были отработаны принципы определения технологических процессов, оборудования, материалов, и для словаря было написано более 100 статей по сварочному производству.

В своем творчестве Александр Юльевич неоднократно возвращался к осмыслению научных достижений, к истории науки, опубликовал десятки очерков, участвовал в написании монографий по истории физики. Он с интересом отнесся к идее создания в Украине, в Переяславе-Хмельницком комплекса музеев «Науки и техники» и любезно согласился шефствовать над «Музеем освоения Космоса». Вскоре из



Москвы в Переяслав-Хмельницкий прибыли две большие фуры — с ВДНХ СССР, из различных КБ доставили луноход, ракетные двигатели, кабину, личные вещи, костюмы и снаряжение космонавтов, книги, документы и многое другое. А для Музея Н.Н. Бенардоса и истории сварки привезли мебель, библиотеку, инструменты, документы и чертежи, хранившиеся в семье Бенардоса. На основе этих подлинных экспонатов были сформированы три зала музея. Аппарат Н.Г.Славянова и сварочные тракторы, подаренные Политехническим музеем разместились в зале истории сварки. Были большие сомнения, приедет ли Александр Юльевич на открытие музея, сможет ли найти время, «отпустят» ли его ракетно-космические, преподавательские, общественные и другие дела. Но 21 мая 1981 г. академики А.Ю.Ишлинский и Ю.А.Митропольский в торжественной обстановке перерезали ленточку у входа в музей.

При изучении истории науки Александр Юльевич просил не переоценивать звание академика. С присущим ему юмором говорил, что член-корреспондент — это неплохой ученый, рядом с которым можно поставить десяток столь же хороших (а может быть и лучше), но ему просто повезло, а академику очень повезло. Вспоминал слова академика А.Н. Колмогорова: «30% членов Академии наук являются ими по праву, 30% — неплохие ученые, 30% — в общем слабые, а 10% — неизвестно как попали в Академию». После перестройки и последовавших перемен в экономике постсоветских стран призывал терпимее относиться к политическим событиям, заниматься своим делом. и помнить, что отнюдь не всегда хороший ученый может стать хорошим политиком. Ученые умнее стоящих у власти, но стоящие у власти сильнее, и с этим надо считаться. Его суждения были глубоко осмысленными, оценка событий и людей была трезвой и взвешенной.

Александр Юльевич продолжал работать до последних дней своей жизни. Он скончался в Москве 7 февраля 2003 г.

● #759

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696
697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708
709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720
721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732
733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744
745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756
757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2014 г.

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу на 2014 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 руб.

Прогрессивная система скидок

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

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

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

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

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

Заполняется
печатными
буквами



XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

24–27 июня 2014



12+



Санкт-Петербург, ВК ЛЕНЭКСПО

Тел.+7 812 240 40 40, доб. 152

www.welding.expoforum.ru

Организатор



Партнеры



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР Мир сварки



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

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

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

АДРЕСА ОБСЛУЖИВАНИЯ:

Адрес: КНР, Пров. Цзялинь, г. Чанчунь, ул. Народная, 7655
Ханжунгуань бизнес-центр, А-202
Тел.: +86-431-81911128 +86-431-81911130
E-mail: sales@vicshine.com

Адрес: Р.Ф. г. Москва, ул. Искра, 31 корп. 1, оф. 611.
Тел.: +7 916-703-3166 8 (495) 64-92-998
E-mail: vicshine-welding@mail.ru

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

Адрес: Р.Ф. г. Уссурийск, Покровское шоссе, 9А.
Тел.: 8 (4234) 35-66-75
E-mail: tdolga@mail.ru tdolga1@mail.ru

Адрес: Р.Ф. г. Владивосток, ул. Снеговая, 36.
Тел.: 8 (4232) 44-11-29 8 (4232) 76-04-00
E-mail: asteky@mail.ru 8 (4232) 77-55-37

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

Адрес: Р.Ф. г. Комсомольск-на-Амуре, Северное шоссе, 62/2.
Тел.: +7 914-179-1167 +7 914-174-0935
E-mail: oleg-fed@bk.ru pavelmahalov@mail.ru



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

www.tjgoldenbridge.com



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

Склад в г. Уссурийск & г. Хабаровск



Производственное помещение



Служебный корпус "Vicshine"



ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ГАЗОСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

**ГАЗОПЛАМЕННАЯ
АППАРАТУРА,
ПРОВЕРЕННАЯ
ВРЕМЕНЕМ!**

**КАЧЕСТВО
ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ!**



ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ МАРКИ НОРД-С®

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

Сделано в России.

Не содержит китайские комплектующие.

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