Патоновская марка

СВАРЩИК НТК

Производственно-технический журнал

№ 5 2019
сентябрь-октябрь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

5 (129) 2019

Журнал выходит 6 раз в год.
Издается с апреля 1998 г.
Подписной индекс **22405**

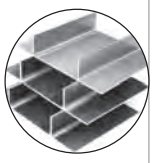
Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 4

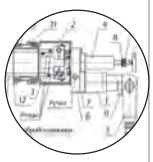
Вклад отделов ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс. К 85-летию ИЭС им. Е.О. Патона

Этапы становления и развития отдела «Физико-металлургических процессов сварки легких металлов и сплавов» ИЭС им. Е.О. Патона.
Т.М. Лабур, Ю.В. Фальченко 6



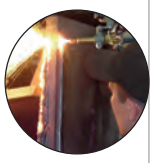
Физико-химические исследования материалов в институте электросварки им. Е.О. Патона.
И.А. Моссоковская 17

Технологии и оборудование для АЭС



Новый торцеватель из гаммы отечественного оборудования для подготовки к сварке неповоротных стыков трубопроводов атомных электростанций.
Л.М. Лобанов, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Е. Попов, Л.П. Муценко, Д.С. Олияненко, С.И. Лавров, А.А. Кириленко, В.Г. Притыка, А.В. Ковалюк 20

Оборудование для производства



Машинный газокислородный резак РГКМ-2-SR «Гном».
В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак 25

Наши консультации 29

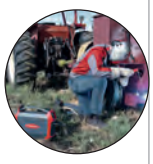
Новинки сварочного оборудования

Обновленная линейка сварочных аппаратов MasterTig - универсальность сварки для профессионалов 34
Сварка под открытым небом 36

Новинки промышленного оборудования

Машина термической резки с ЧПК Welding Dragon GTNS. 38

Автоматизация и роботизация сварочного производства



Triada Welding – инжиниринг, роботы, аддитивные технологии. 42

Подготовка кадров

Золотой кубок Бенардоса – 2019 46

Термическая резка и правка. История газопламенной обработки

История изучения состава воздуха, открытие кислорода и некоторых горючих газов, жидкостей и инертных газов, для термической резки и правки.
В.И. Панов 47

Стандартизация

Сравнительная характеристика некоторых новых и старых отечественных стандартов в сварочном производстве.
О.Г. Быковский, Г.М. Лаптева. 52

Страницы истории ИЭС им. Е.О. Патона. К 85-летию ИЭС им. Е.О. Патона

От конверсии военной технологии к триумфу электросварки под флюсом.
А.Н. Корниенко 56

Все для сварки. Торговый Ряд 62

ЗМІСТ

Новини техніки та технологій . . . 4

Вклад відділів ІЕЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес. До 85-річчя ІЕЗ ім. Є.О. Патона

- Етапи становлення та розвитку відділу «Фізико-металургійних процесів зварювання легких металів і сплавів» ІЕЗ ім. *Є.О. Патона*. *Т.М. Лабур, Ю.В. Фальченко* . . . 6
- Фізико-хімічні дослідження матеріалів в інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона. *І.О. Моссоковська* . . . 17

Технології та обладнання для АЕС

- Новий торцеватель з гами вітчизняного обладнання для підготовки до зварювання неповоротних стиків трубопроводів атомних електростанцій. *Л.М. Лобанов, Н.М. Махлін,* В.Є. Водолазський, *В.Є. Попов, Л.П. Муценко, Д.С. Оліяненко, С.І. Лавров, А.А. Кириленко,* В.Г. Прітика, О.В. Ковалюк . . . 20

Обладнання для виробництва

- Машинний газокисневий різак РГКМ-2-SR «Гном». *В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко, С.А. Чумак* . . . 25

Наші консультації . . . 29

Новинки зварювального обладнання

- Оновлена лінійка зварювальних апаратів MasterTig - універсальність зварювання для професіоналів . . . 34
- Зварювання під відкритим небом . . . 36

Новинки промислового обладнання

- Машина термічного різання з ЧПК Welding Dragon GTNS . . . 38

Автоматизація і роботизація зварювального виробництва

- Triada Welding - інжиніринг, роботи, аддитивні технології . . . 42

Підготовка кадрів

- Золотий кубок Бенардоса – 2019 . . . 46

Термічне різання та правка. Історія газополуменевої обробки

- Історія вивчення складу повітря, відкриття кисню та деяких горючих газів, рідин і інертних газів для термічного різання та правки. *В.І. Панов* . . . 47

Стандартизація

- Порівняльна характеристика деяких нових і старих вітчизняних стандартів в зварювальному виробництві. *О.Г. Биковський, Г.М. Лаптєва* . . . 52

Сторінки історії ІЕЗ ім. Є.О. Патона. До 85-річчя ІЕЗ ім. Є.О. Патона

- Від конверсії воєнної технології до тріумфу електрозварювання під флюсом. *А.М. Корнієнко* . . . 56

Все для сварки. Торговый Ряд . . . 62

CONTENT

News of technique and technologies . . . 4

Contribution departments of E.O. Paton EWI in scientific and technological progress. On the 85-th anniversary of E.O. Paton EWI

- Stages of the formation and development of the department of «Physical and metallurgical processes of welding of light metals and alloys» of the E.O. Paton EWI. *T.M. Labour, Yu.V. Falchenko* . . . 6
- Physical and chemical research of materials in the E.O. Paton electric welding institute. *I.A. Mossokovskaya* . . . 17

Technologies and equipment for nuclear power plants

- A new trimmer from the gamma of domestic equipment for preparing for welding fixed joints of pipelines of nuclear power plants. *L.M. Lobanov, N.M. Makhlin, V.E. Vodolazsky, V.E. Popov, L.P. Mutsenko, D.S. Oliyanenko, S.I. Lavrov, A.A. Kirilenko, V.G. Prityka, A.V. Kovalyuk* . . . 20

Equipment for the production

- Machine gas-oxygen cutter RGKM-2-SR «Gnome». *V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko, S.A. Chumak* . . . 25

Our consultations . . . 29

New welding equipment

- Updated MasterTig line of welding machines - universal welding for professionals . . . 34
- Open-air welding . . . 36

New industrial equipment

- CNC thermal cutting machine of Welding Dragon GTNS . . . 38

Automation and robotization of welding production

- Triada Welding - engineering, robots, additive technologies . . . 42

Personnel training

- Benardos Gold Cup – 2019 . . . 46

Thermal cutting and fixing. History of gas-flame treatment

- The history of studying the composition of air, the discovery of oxygen and some combustible gases, liquids and inert gases, for thermal cutting and fixing. *V.I. Panov* . . . 47

Standardization

- Comparative characteristics of some new and old domestic standards in the welding industry. *O.G. Bykovsky, G.M. Lapteva* . . . 52

Pages history of the E.O. Paton EWI. On the 85-th anniversary of E.O. Paton EWI

- From the conversion of military technology to the triumph of submerged arc welding. *A.N. Kornienko* . . . 56

All for welding. Trading row . . . 62

Патоновская марка

СВАРЩИК

НТК

Производственно-технический журнал

№ 5 2019 сентябрь-октябрь

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТ

Свидетельство о регистрации КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

Учредители Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, Общество с ограниченной ответственностью «Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона»

Издатель Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ

Информационная поддержка:

Общество сварщиков Украины
Журнал «Автоматическая сварка»
Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко, А. В. Вавилов, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, Г. И. Лащенко, О. Г. Левченко, В. М. Литвинов, Л. М. Лобанов, А. А. Мазур, В. И. Панов, П. П. Проценко, С. В. Пустовойт, И. А. Рябцев, А. А. Сливинский

Редакционный совет С. Ю. Максимов (председатель), Н. В. Высоколян, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, В. Н. Проскудин

Редактор В. Г. Абрамишвили

Верстка В. Г. Абрамишвили

Адрес редакции 03150, Киев, ул. Антоновича, 62 Б, 03150, Киев, а/я 337

Тел./факс +380 44 200 80 14

E-mail welder.kiev@gmail.com

URL http://www.welder.stc-paton.com/

Представительство в Беларуси Минск, УП «Белгазпромдиагностика» А. Г. Стешиц +375 17 210 2448, ф. 205 0868

Представительство в России Москва, ООО «Специальные сварочные технологии» В. В. Сипко +7 903 795 18 49 e-mail: ctt94@mail.ru

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.
Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.
Рукописи не рецензируются и не возвращаются.
Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать дд.мм.2019. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.
Зак. № xxxxx от дд.мм.2019. Тираж 900 экз.
Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2017.
Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ, 2017

Подписка-2019 на журнал «Сварщик» в каталоге «Укрпочта» Подписной индекс 22405

Этапы становления и развития отдела «Физико-металлургических процессов сварки легких металлов и сплавов» ИЭС им. Е.О. Патона.

Т.М. Лабур, Ю.В. Фальченко

В статье представлены основные этапы создания и развития различных способов и технологий сварки алюминия и его сплавов в отделе «Физико-металлургических процессов сварки легких металлов и сплавов» ИЭС им. Е.О. Патона с момента его создания и по сегодняшний день. Отмечен вклад ведущих сотрудников отдела в решение актуальных задач по разработке технологий сварки конкретных изделий на различных предприятиях авиационного, ракетно-космического комплексов, транспортного машиностроения.

Физико-химические исследования материалов в институте электросварки им. Е.О. Патона.

И.А. Моссоковская

В статье представлена информация о работе научно-исследовательского отдела № 22 физико-химических исследований материалов ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ. Проведен обзор аналитического оборудования отдела и его возможностей, представлены технические возможности таких уникальных приборов, как Gleeble 3800 DSI (США), Оже-микрозонд JEOL (Япония), iCAP 6500 DUO фирмы Thermo Fisher Scientific (США). В статье проводится также краткий обзор лабораторий отдела № 22 и их возможностей.

Новый торцеватель из гаммы отечественного оборудования для подготовки к сварке неповоротных стыков трубопроводов атомных электростанций.

Л.М. Лобанов, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Е. Попов, Л.П. Муценко, Д.С. Олияненко, С.И. Лавров, А.А. Кириленко, В.Г. Притыка, А.В. Ковалюк

Приведены результаты разработок ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ и его подразделения ГП «Научно-инженерный центр сварки и контроля в отрасли атомной энергетики Украины ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ» по созданию инновационного образца торцевателя для подготовки к дуговой сварке стыков трубопроводов с номинальным внешним диаметром от 76 до 108 мм. Это позволило завершить разработку гаммы отечественных современных торцевателей с внешним базированием и безопасным унифицированным пневмоприводом, применение которых необходимо при монтаже, ремонте и модернизации объектов энергетики, в т.ч. энергоблоков АЭС, в химическом, фармакологическом и энергетическом машиностроении, в судостроении, на предприятиях нефтегазового и аэрокосмического комплексов и в др. отраслях.

Машинный газокислородный резак РГКМ-2-SR «Гном».

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак

Разработан и внедрен на ЧАО «НКМЗ» газокислородный резак РГКМ-2-SR «Гном» для работы на полуавтоматах, использующих направляющие с магнитными присосками. По сравнению с аналогами увеличен верхний предел разрезаемой толщины с 60 до 100 мм и произведена замена ацетилена на природный газ в качестве энергоносителя, без увеличения массы и габаритов резака. Описаны устройство и работа резака, приведены чертежи деталей, имеющих расчетные каналы. На примере подготовки кромок под сварку барабана шахтоподъемной машины на монтажной площадке показан процесс вертикальной кислородной резки на различных этапах: проверка резака на горение, врезание, начало, окончание резки и качество поверхности реза.

История изучения состава воздуха, открытие кислорода и некоторых горючих газов, жидкостей и инертных газов, для термической резки и правки.

В.И. Панов

В хронологическом порядке показана краткая история создания активных (воздуха, кислорода и др.) и инертных (аргона и др.) газов, а также горючих газов (водорода, ацетилена, его заменителей), применяемых в различных видах термической резки и правки.

Етапи становлення та розвитку відділу «Фізико-металургійних процесів зварювання легких металів і сплавів» ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

Т.М. Лабур, Ю.В. Фальченко

У статті представлені основні етапи створення та розвитку різних способів і технологій зварювання алюмінію та його сплавів у відділі «Фізико-металургійних процесів зварювання легких металів і сплавів» ІЕЗ ім. Є.О. Патона з моменту його створення та по сьогоднішній день. Відмічений вклад ведучих співробітників відділу у вирішення актуальних задач по розробці технологій зварювання конкретних виробів на різних підприємствах авіаційного, ракетно-космічного, комплексів транспортного машинобудування.

Фізико-хімічні дослідження матеріалів в інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона.

І.О. Моссоковська

У статті надана інформація про роботу науково-дослідного відділу № 22 фізико-хімічних досліджень матеріалів ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ. Проведено огляд аналітичного обладнання відділу та його можливостей, представлені технічні можливості таких унікальних приборів, як Gleeble 3800 DSI (США), Оже-мікрозонд JEOL (Японія), iCAP 6500 DUO фірми Thermo Fisher Scientific (США). У статті проводиться також короткий огляд лабораторій відділу № 22 та їх можливостей.

Новий торцеватель з гами вітчизняного обладнання для підготовки до зварювання неповоротних стиків трубопроводів атомних електростанцій.

Л.М. Лобанов, Н.М. Махлін, В.Є. Водолазський, В.Є. Попов, Л.П. Муценко, Д.С. Опіяненко, С.І. Лавров, А.А. Кириленко, В.Г. Прітика, О.В. Ковалюк

Приведені результати розробок ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ та його підрозділу ДП «Науково-інженерний центр зварювання та контролю в галузі атомної енергетики України ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ» із створення інноваційного зразка торцевателя для підготовки до дугового зварювання стиків трубопроводів з номінальним зовнішнім діаметром від 76 до 108 мм. Це дозволило завершити розробку гами вітчизняних сучасних торцевателів із зовнішнім базуванням та безпечним уніфікованим пневмоприводом, застосування яких необхідно при монтажі, ремонті та модернізації об'єктів енергетики, у т.ч. енергоблоків АЕС, у хімічному, фармакологічному та енергетичному машинобудуванні, у суднобудуванні, на підприємствах нафтогазового та аерокосмічного комплексів та у ін. галузях.

Машинний газокисневий різак РГКМ-2-SR «Гном».

В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко, С.А. Чумак

Розроблений та впроваджений на ПАТ «НКМЗ» газокисневий різак РГКМ-2-SR «Гном» для роботи на напівавтоматах, що використовують направляючі з магнітними присосками. У порівнянні з аналогами, збільшена верхня межа товщини, що розрізається, з 60 до 100 мм й проведена заміна ацетилену на природний газ в якості енергоносія без збільшення маси та габаритів різака. Описані пристрій та робота різака, приведені креслення деталей, що мають розрахункові канали. На прикладі підготовки кромок під зварювання барабану шахтопід'ємної машини на монтажній площадці, показан процес вертикального кисневого різання на різних етапах: перевірка різака на горіння, врізання, початок, закінчення різання та якість поверхні різу.

Історія вивчення складу повітря, відкриття кисню та деяких горючих газів, рідин і інертних газів, для термічного різання та правки.

В.І. Панов

У хронологічному порядку показана коротка історія створення активних (повітря, кисню та ін.) і інертних (аргону та ін.) газів, а також горючих газів (водню, ацетилену, його замінників), які застосовуються у різних видах термічного різання та правки.

В Украине начали печать ракет на 3D-принтере: детали революционной технологии

Украинское ГП «Конструкторское бюро «Южное им. М.К. Янгеля» (КБЮ, Днепр) успешно внедряет инновационные технологии по изготовлению сложных по форме и структуре изделий из металлических порошков - 3D-печать металлом, при создании новой ракетно-космической техники (РКТ). КБЮ уже освоило применение современных технологий т.н. селективного лазерного плавления, широко известных как 3D-печать, при создании перспективных жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Процесс «печати» изделий заключается в последовательном послойном расплавлении порошковой проволоки с помощью мощного лазерного излучения.

Селективное лазерное плавление позволяет решать сложные технологические задачи опытного и мелкосерийного производства деталей РКТ. «С помощью селективного лазерного плавления мы уже сейчас начинаем создавать первые уникальные сложно-профильные изделия для РКТ без использования механической обработки и дорогих специальных оснасток», - рассказали на госпредприятии.

При производстве узлов математическая модель изделия «разбивается» на множество слоев. В камеру построения детали 3D-принтера засыпается металлический порошок и тонким слоем распределяется на плите построения.

Потом лазерный луч выборочно расплавляет частицы порошкового материала, они кристаллизируются и формируют твердую массу нужной формы и размера. После этого плита опускается на один слой, и цикл повторяется - вплоть до завершения создания детали.

Применение новых технологий 3D-печати при создании ЖРД, позволило существенно уменьшить массу изделий и исключить из производственного процесса ряд технологических процессов, включая штамповку, сварку и фрезеровку. Использование этих технологий обеспечивает ощутимую экономию времени и материалов производства, сокращение отходов, а также существенное снижение влияния на производство человеческого фактора.

Главные плюсы 3D-печати металлом: высокая точность

и повторяемость; механические характеристики изделий соизмеримы с литьем; решает технологические задачи, связанные с изготовлением геометрически сложных изделий; сокращает цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, обеспечивая создание сложно-профильных деталей без использования оснастки; позволяет уменьшить массу за счет создания объектов с внутренними полостями; экономия материала при производстве. Так, инженеры разрабатывают 3D-модель детали на основе технического задания, затем передают модель в само устройство. 3D-принтер автоматически проверяет правильность формы и не запускает производство, если обнаруживаются ошибки.

ГП «КБ «Южное» - основной научный центр Украины, владеющий передовыми космическими технологиями, известный в мире разработчик РКТ. Сегодня КБЮ поставляет на экспорт порядка 80% продукции и услуг, в числе основных партнеров- США и страны ЕС. В США произвели успешный запуск американской ракеты-носителя «Антарес», в изготовлении первой ступени которой принимали участие украинские предприятия (КБЮ).

www.interfax.com.ua

#1858

«Турбоатом» работает над оборудованием для украинских гидроэлектростанций

В АО «Турбоатом» продолжаются работы над оборудованием для станций, подчиненных ЧАО «Укргидроэнерго».

В июле 2019 г. специалисты предприятия в присутствии представителей заказчика выполнили функциональные испытания поворотно-лопастного рабочего колеса гидротурбины ВЛ 15-ГК-600 для Каневской ГЭС (станционной № 13).

По результатам испытаний был подписан акт о том, что все параметры соответствуют нормам. Кроме того, в августе 2019 г. заказчику был сдан последний этап приемки оборудования – балансировка рабочего колеса. Оборудование упаковано и отправлено Заказчику.

Согласно контракту, подписанному в ноябре 2016 г., предприятие изготовит и поставит 7 гидравлических турбин ПЛ 15-ГК-600 в полной комплектации для реконструкции двух энергоблоков Каневской ГЭС. Этот контракт стал результатом первого совместного участия АО «Турбоатом», который выступил генподрядчиком, и его партнеров – ГП «Завод «Электротяжмаш» (поставка семи генераторов) и консорциума «НПО «Укргидроэнергострой» (поставка по контракту восьми вспомогательных систем гидроагрегатов и шеф-монтаж оборудо-

вания). Соглашение о сотрудничестве между партнерами было подписано в октябре 2015 г. Контракт рассчитан на несколько лет, конечный срок поставки всего оборудования – конец мая 2021 г.

Тендер на деньги ЕБРР проходил в два этапа в течение трех лет. АО «Турбоатом» победило своих конкурентов – немецкий консорциум ANDRITZ HYDRO и китайское предприятие Power China-Nari – по соотношению цены и качества.

www.sq.com.ua

#1859

ПСИ-500-1 PRO – новейший инверторный полуавтомат от ПАТОН™

Линейка профессиональных полуавтоматов ПАТОН™ пополнилась новым промышленным аппаратом ПСИ-500-1 PRO, работающем на токах до 500 А. Аппарат предназначен для промышленного использования в трех режимах сварки: полуавтоматическая сварка (ПА «MIG/MAG») и аргонодуговая сварка (АРГ «TIG») в среде защитных газов и их смесей, а также в режиме ручной дуговой сварки (РДС «MMA»). Обладает высоким показателем продолжительности нагрузки (70 %) на максимальном токе в 500 А, достаточным для проведения сварочных работ покрытым электродом Ø 6 мм и более, а также сварочной проволокой Ø до 1,6 мм.

ПАТОН™ ПСИ-500-1 PRO выполнен в двухкорпусном исполнении, дает возможность уменьшить его общие габариты, отделив блок подачи проволоки от источника сварочного тока. Блок подачи проволоки оборудован специальным кронштейном, который надежно фиксирует его на источнике тока, но в то же время дает возможность блоку подачи поворачиваться на 360° для повышения мобильности и удобства для сварщика.

Аналогично др. аппаратам ПАТОН™ профессиональной серии источник тока обладает широким набором регулируемых параметров и оборудован информативным ЖК-дисплеем, что предоставляет возможность пользователю с легкостью настроить ПСИ-500-1 под свои производственные потребности.

Свойства и преимущества: широкие возможности регулирования параметров сварки: в режиме РДС «MMA» – 1 (основной) + 10 (доп-ных), в режиме АРГ «TIG» – 1 (основной) + 8 (доп.), в режиме ПА «MIG/MAG»- 2 (основных) + 4 (доп.); наличие настраиваемого импульсного режима во всех типах сварки; помимо защиты от скачков напряжения установлена система стабилизации работы при больших долговременных перепадах межфазного напряжения сети от 320 В до 440 В; адаптирован к слабой электросети, за счет высокого КПД источник обеспечивает вдвое меньшее электропотребление по сравнению с традиционными источниками; адаптивная скорость вентилятора - увеличивается при нагреве аппарата и замедляется, когда он холодный, это экономит ресурс вентилятора и уменьшает количество пыли в аппарате; повышенная надежность аппарата в условиях запыленного производства, микроэлектроника источника вынесена в отдельный отсек; на все греющиеся элементы источника установлена система тепловой электронной защиты; вся электроника в аппарате пропитана двумя слоями лака, который обеспечивает надежность изделия в течении всего срока службы; при отделении источника от блока подачи обеспечивает малые габариты и мобильность, что упрощает процесс сварки в труднодоступных местах.

www.paton.ua

#1860

Новая технология сварки керамики не требует нагрева деталей в печи

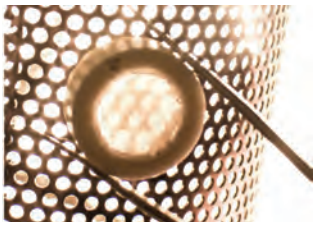
Инженеры использовали сверхбыстрый маломощный импульсный лазер для расплавления керамических деталей вдоль стыка и их сварки в условиях окружающей среды.

Керамические материалы представляют большой интерес, поскольку они являются биосовместимыми, твердыми и прочными. Однако современные способы сварки керамики сложны и требуют высоких температур, которые могут вызвать растрескивание. Это не позволяет размещать и запечатывать электронные компоненты внутри защитных керамических кожухов, т.к. весь узел в конечном итоге придется поместить в печь, что уничтожит начинку.

Группа инженеров и материаловедов из калифорнийских университетов в Сан-Диего и Риверсайде решила направить серию коротких лазерных импульсов на поверхность вдоль границы раздела между 2 керамическими элементами, чтобы тепло накапливалось только на их стыке и вызывало локальное плавление. Новый метод был назван сверхбыстрой импульсной лазерной сваркой.

Важным фактором успеха стала оптимизация параметров лазера (время экспозиции, количество и длительность импульсов) и прозрачность керамического материала. При правильной настройке излучение хорошо взаимодействует с керамикой, позволяя выполнять качественные сварные швы с помощью маломощного лазера (менее 50 Вт) при комнатной температуре.

Исследования показали, что для импульсов оптимальными являются показатели продолжительность в 2 пс при частоте 1 МГц вместе с умеренным их общим количеством.



Такая настройка позволяет максимально увеличить диаметр расплава, свести к минимуму абляцию материала и синхронизировать охлаждение для достижения наилучшей сварки. Концентрация энергии на конкретном участке предотвращает возникновение температурных градиентов по всей керамике, что позволяет заключать внутри термочувствительные материалы, не повреждая их.

Для подтверждения концепции исследователи приварили прозрачную цилиндрическую крышку к внутренней части керамической трубки. Испытания показали, что сварные швы достаточно прочны, чтобы удерживать вакуум. В дальнейшем инженеры займутся улучшением технологии для ее применения в более крупных масштабах, а также для материалов различного типа и формы.

Ранее подобную систему предложили шотландские технологи для прочной сварки стекла с металлом (Сварщик № 3 – 2019).

www.bitcryptonews.ru

#1861

Этапы становления и развития отдела «Физико-металлургических процессов сварки легких металлов и сплавов» ИЭС им. Е.О. Патона

Т.М. Лабур, д. т. н., **Ю.В. Фальченко,** д. т. н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

В статье освещены основные этапы создания и развития различных способов и технологий сварки алюминия и его сплавов в отделе «Физико-металлургических процессов сварки легких металлов и сплавов» ИЭС им. Е.О. Патона. Отмечена роль института в освоении технологий сварки конкретных изделий на различных предприятиях авиационного, ракетно-космического комплексов, транспортного машиностроения.

Высокая потребность машиностроения в научных и инженерных разработках в области сварки алюминия и его сплавов обусловила создание в 1951 г. в Институте электросварки нового подразделения – лаборатории сварки цветных металлов и сплавов. В 1962 г. лаборатория получила статус отдела, который возглавлял до 1986 г. Рабкин Д.М. Затем отделом руководил чл.-кор. НАНУ, д.т.н. Ищенко А.Я., а с конца 2013 г. – д.т.н. Фальченко Ю.В.

К основным научным направлениям деятельности отдела относятся:

- *развитие теоретических основ* физико-металлургических процессов и явлений, протекающих в сварочной ванне в условиях сварки алюминия и магния, а также сплавов на их основе;
- *исследование свариваемости, природа и механизмы образования сварочных «горячих» трещин* в новых конструкционных материалах на основе алюминия и магния, композитных материалов с алюминиевой матрицей и разнородных материалов, а также разработка методов их предотвращения в условиях соединения плавлением;
- *механизм взаимодействия сварочной ванны с газами*, разработка методов дегазации расплавленного металла и оценка влияния пористости сварных соединений, на их служебные характеристики;
- *структурные превращения*, протекающие в зоне сварки в условиях соединения материалов на основе алюминия и магния, композитных материалов с алюминиевой матрицей и разнородных материалов, решение проблемы получения плотных соединений, равнопрочных с основным металлом;
- *определение характеристик эксплуатационной прочности и надежности сварных соединений*, изыскание способов их повышения до уровня основного металла;
- *создание* эффективных сварочных материалов, включая специальные присадочные проволоки;
- *разработка и усовершенствование технологий* дуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродами, электронно-лучевого способа соединения, а также сварки в твердой фазе - трением с перемешиванием и диффузионной сварке;
- *исследование и разработка современных нанотехнологий* соединения высокопрочных сплавов, разнородных и композиционных материалов на основе алюминия;
- *разработка* комплекса специальных технологий изготовления из легированных алюминиевых и магниевых сплавов экономичных и надежных в эксплуатации легких сварных конструкций авиационного и ракетно-космического назначения, подвижного транспорта наземного и морского базирования.

Первым изделием, в котором проявилась необходимость в сжатые сроки организовать поточное производство, стала цистерна из сплава марки АМц толщиной 18-20 мм для перевозки и хранения жидкого кислорода и др. химических продуктов, используемых для запуска ракет. Над разработкой технологии эффективно работала команда единомышленников: Д.М. Рабкин, И.В. Довбищенко, В.П. Бугай, Н.Н. Слепченко. Попытки использовать на заводе сварку в инертных газах не дали положительных результатов; поскольку соединение толстолистового металла выполнялись с разделкой кромок, а для заполнения зазора между стыками приходилось делать несколько проходов. Так как к качеству сварных соединений выдвигались особые требования, это потребовало уделить усиленное внимание операциям подготовки поверхности свариваемых кромок и присадочной проволоке. Аргон высокой чистоты и гелий были достаточно дефицитные и дорогие, а сварочное оборудование – несовершенным.

Задача была успешно решена, коллектив отдела в 1951-1952 гг. разрабатывает новый эффективный способ автоматической однодуговой сварки полуоткрытой дугой (по слою флюса), используя флюс марки АН-А1, который начал выпускаться

Рис. 1. Железнодорожная цистерна из алюминия высокой чистоты для перевозки химических продуктов: сварена дуговым автоматизированным способом с использованием плавящегося электрода и флюсов

Полевским криолитовым заводом. Предложенный способ соединения отличался от известных способов, прежде всего, наличием тонкого слоя флюса впереди дуги. Решение технологических задач потребовало модернизации сварочного оборудования – трактора ТС17 и сварочной головки АБС. Процесс сварки был полностью освоен в 1952-1953 гг. на Уралвагонзаводе в г. Нижний Тагил, где применялся более 30 лет. Данная технология обеспечила не только требуемое качество металла шва и необходимый уровень механических свойств соединений, но и высокую производительность процесса изготовления железнодорожных цистерн (*рис. 1*). Стыковые соединения сваривали с двух сторон, без разделки кромок со скоростью 15-16 м/ч. Созданная технология впоследствии заняла ведущее положение в изготовлении емкостей от 1 до 100 м^3 на заводах «Большевик» (Киев), «Красный Октябрь» (Фастов), Сумском машиностроительном и ряде др. предприятий. Производством алюминиевых котлов и железнодорожных цистерн активно занимался ПО «Азовмаш» (Мариуполь). Котлы и емкости объемом 7, 17, 50 и 100 м^3 предназначались для хранения и транспортировки пищевых и химических продуктов – воды, молока, азотной кислоты, ракетного топлива и т. п.

В период с 1956 до 1959 гг. специалистами отдела (М.Л. Звонков, Б.А. Стебловский, И.В. Довбищенко, М.П. Порицкий, В.П. Князев) успешно проводились работы по совершенствованию способа сварки алюминиевых сплавов при использовании флюсов различного химического состава. В ходе поисковых работ удалось соединить алюминиевые шины толщиной до 35 мм однодуговой односторонней сваркой. В этот же период применительно к листовому полуфабрикату толщиной 12-22 мм разрабатывается технология сварки расщепленным электродом с общим токоподводом к обеим проволокам, так называемая двухэлектродная сварка. Использование такой технологии позволило выполнять комплексные швы. Первые (внутренние) швы были продольными и кольцевыми на флюсовой подушке, а вторые (наружные) швы выполнялись «на весу» без технологической подкладки. Такой технический прием облегчил требования к сборке свариваемых элементов, поскольку устранялась необходимость использования тяжелых стальных подкладок внутри конструкции котла.

Во второй половине 1950-х – начале 1960-х гг. география применения автоматической сварки по флюсу марки АН-А1 расширилась и заняла ведущее положение при массовом производстве алюминиевых стационарных емкостей вместимостью от 2 до 100 м^3 на многих заводах. С помощью данной технологии сварки на Кузнецком заводе металлоконструкций была изготовлена уникальная вентиляционная труба из сплава марки АМц Ø 6 м и высотой 100 м.

Высокое качество изделий при их изготовлении достигалось благодаря использованию новых образцов оборудования – сварочных тракторов марок ТС-31, ТС-33 и ТС-36, подвесного аппарата А-586, которые параллельно разрабатывали в ИЭС в этот период. Для механизированной и ручной дуговой сварки малолегированных алюминиево-магниевых сплавов коллективом отдела был разработан флюс АН-А4 и электроды АН-А103, которые обеспечивали требуемый уровень прочности соединений сплавов марок АМг3 и АМг5 не менее 85-90 % от прочности основного металла. В последующие годы совместно со специализированным отделом ИЭС были созданы новые электроды серии УАНА для сварки и наплавки деталей и узлов конструкций из деформируемых и литейных алюминиевых сплавов широкого спектра номенклатуры. Состав покрытия и новая технология изготовления электродов обеспечили сварным соединениям необходимые эксплуатационные свойства на уровне лучших зарубежных аналогов.

Период с 1960-х по 1970-х гг. ознаменовался повышенным вниманием к алюминиевым сплавам. Они все шире использовались в конструкциях ракетно-космической техники, судостроении, танкостроении, вагоностроении, химической промышленности, строительстве и др. отраслях. Попытки применить сварку по флюсу для появившихся высоколегированных алюминиевых сплавов не позволили получить требуемое качество швов и необходимые технологические свойства соединений. При сварке металла толщиной свыше 20 мм усилилась вероятность образования шлаковых включений и пор в структуре швов, повышались требования к соблюдению санитарно-гигиенических условий труда для сварщиков. Указанные обстоятельства способствовали расширению состава коллектива (*рис. 2*), активному поиску нового научно-

го решения – разработки и совершенствования эффективных способов и технологий сварки в инертных газах неплавящимся и плавящимся электродами. Параллельно развиваются работы по созданию высокоэффективных вольфрамовых электродов. В результате появились новые композиции электродов с добавками оксида лантана (вместо радиоактивного тория), которые нашли широкое применение при выполнении аргонодуговой сварки переменным и постоянным током. Были разработаны электроды, содержащие оксид иттрия для автоматической сварки переменным током толстолистового металла (О.И. Иванова, В.П. Будник). Расход такого электрода при сварке в 10 раз меньше по сравнению с электродами из чистого вольфрама, а допустимое значение сварочного переменного тока при диаметре электрода 10 мм – 800 А. Новые композиции вольфрамовых электродов явились серьезным практическим вкладом в развитие способов сварки неплавящимся электродом. Разработанный ГОСТ 23949-80 стал основой для изготовления электродов, которые получили признание как внутри страны, так и за рубежем.

Развитие технологии сварки плавящимся электродом в инертных газах в ИЭС параллельно сопровождалось разработкой специализированного сварочного оборудования – подвесных самоходных аппаратов типа А-1002, А-1431, автоматов серии АД-238, сварочных тракторов А-1012, ТС-56, сварочной установки УД-474. Они предназначались для сварки сплава марки АМг6 в конструкциях штампосварных катков боевых машин пехоты (*рис. 3*) и др. изделий специального назначения.

Высокие требования, предъявляемые к эксплуатационным свойствам сварных емкостей из сплава АМцС и технического алюминия толщиной 20-30 мм, предназначенные для хранения и перевозки агрессивных продуктов, потребовали создания высокоэффективной технологии сварки металла без скоса свариваемых кромок. Для этих целей использовали плавящийся электрод (присадочную проволоку) Ø 3-4 мм, сварку выполняли стационарной дугой, используя в качестве защиты сварочной ванны смесь инертных газов – гелия и аргона. Такая технология обеспечивала высокое качество металла шва, а использование гелий-аргоновых смесей позволяло не только уменьшить в 2-8 раз объем пустот в наплавленном металле, повысить механические свойства и коррозионную стойкость сварных соединений, но и увеличить на 40-60 % скорость сварки, что способствовало росту производительности при изготовлении изделий.

Следует отметить, что при сварке плавлением алюминиевых сплавов возникают трудности, связанные со значительной химической активностью их компонентов. Взаимодействие с кислородом и склонность к поглощению водорода приводят к возникновению в швах грубых оксидных пленок и пористости. Сложнолегированные сплавы склонны к образованию горячих трещин и разупрочнению при сварке плавлением. Степень проявления указанных явлений зависит от особенностей протекания первичной кристаллизации металла шва и формирования в нем химической и структурной неоднородности. Именно они оказывают влияние на характер образования горячих (кристаллизационных) трещин и уровень физико-механических свойств сварных соединений, а, значит, и на способность сплава создавать качественное неразъемное соединение, работоспособное в условиях воздействия сложных силовых и температурных нагрузок при эксплуатации. Исследованием вопросов горячеломкости алюминиевых сплавов и поиском путей ее снижения занимались А.Я. Ищенко, В.Г. Игнатьев, Л.Н. Антоненко, Н.И. Семенюк, В.В. Саенко, М.Р. Яворская.

Результаты всестороннего изучения вопросов свариваемости алюминиевых сплавов различных систем легирования и поиск способов преодоления их склонности к образованию горячих трещин и пористости при сварке плавлением и в твердой фазе как однородных, так и разнородных композиций материалов позволили оптимизировать химические составы сплавов для дальнейшего их использования в свар-

Рис. 2. Коллектив отдела «Физико-металлургические процессы сварки легких металлов и сплавов», 1989 г.

Рис. 3. Бронированная машина пехоты: сварена из алюминиевых сплавов дуговыми способами с использованием плавящихся и неплавящихся электродов

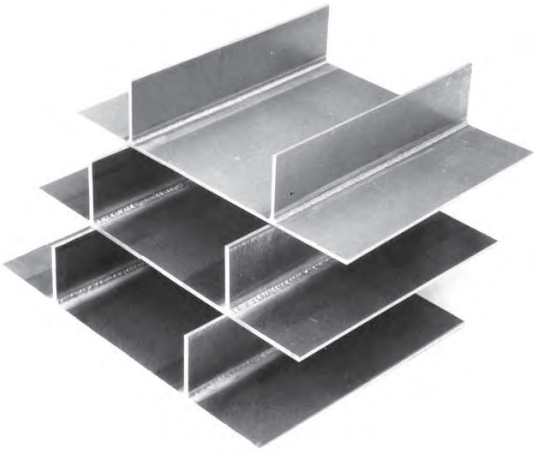
ных конструкциях различного назначения, включая ракетно-космическую технику (сплавы типа АМг6, 1915, 1201 и др.). Значительный вклад в развитие данного научного направления внесли технологи: М.И. Саенко, А.Г. Чаюн, А.Г. Покляцкий, Р.В. Илюшенко, А.Г. Сахацкий, В.И. Малежик. На основе данных о механизме образования горячих трещин в швах при сварке алюминиевых сплавов были предложены новые составы сварочных проволок – СвА5, Св1437, Св1557, Св1201 и др., использование которых стабильно обеспечивает высокое качество швов в изделиях различного назначения. Полученные результаты позволили разработать ГОСТ 7871-75 совместно с др. организациями на изготовление сварочных проволок.

Появление новых алюминиевых сплавов и расширение областей их потребления неразрывно связано с развитием и усовершенствованием сварочных технологий. Выбор способа и оптимального процесса формирования качественных неразъемных соединений из сплавов различных систем легирования определяется глубиной проработки физико-металлургических проблем сварки в зависимости от способа и вида соединения, типа источников питания сварочного оборудования. В их изучении, а также исследовании особенностей первичной кристаллизации, установлении механизмов формирования структуры швов в неравновесных условиях при больших и малых скоростях охлаждения, прерывистых и импульсных подачах энергии, пластической деформации и под влиянием микродобавок различных структурных модификаторов участвовали металловеды: А.В. Лозовская, А.Н Муравейник, И.Е. Склабинская, В.И. Юматова, А.А. Чайка, Е.М. Славова, С.В. Пещерина. Их знания и профессионализм позволили установить причины, механизмы и степень воздействия способов и режимов сварки на характер изменения структуры и свойств соединений сплавов различных систем легирования. В ходе исследований были усовершенствованы и разработаны ряд металлографических методик: травления, макро- и микрошлифов, введения спая термопары и иголок деформатора в сварочную ванну, проведены исследования коррозионной стойкости сварных соединений. Глубокая проработка процессов и научные результаты явились фундаментальной базой для последующих разработок прогрессивных процессов сварки сплавов и композитных материалов на алюминиевой основе.

Для соединения сплавов большой толщины (50-200 мм) разрабатывались совершенно разные направления в области сварки. Наиболее востребованными в тот период оказались – электрошлаковая и электронно-лучевая сварка (ЭЛС). Причем они не только были разработаны, но и сразу нашли широкое применение в промышленности. Процесс электрошлаковой сварки отличается сравнительной простотой, высокой производительностью, возможностью автоматизации. Выбор системы и конструкции установки диктует толщина и форма свариваемых кромок. В качестве электрода применяют проволочные системы (одна или несколько проволок), электродные пластины или плавящиеся мундштуки. Данная технология была широко внедрена в производство при изготовлении шинопроводов для тепло- и гидроэлектростанций. Над ее решением интенсивно работали А.Я. Ищенко, А.Г. Синчук, Л.А. Букало, А.Н. Сафонников, А.Н. Антонов, Б.А. Губин, А.В. Боздуган.

Потребность снижения веса конструкций летательных аппаратов обусловила применение высокопрочных алюминиевых сплавов марок АМг6, 1201 с пределом прочности 500-600 МПа. Также остро встал вопрос о создании эффективной технологии их соединения способом ЭЛС. Высокая удельная концентрация энергии в пятне нагрева, надежная вакуумная защита расплавленного металла сварочной ванны и низкие значения погонной энергии позволяют обеспечить высокое качество и прочностные показатели соединений алюминиевых сплавов, выполненных ЭЛС. Малый объем литого металла и кратковременность теплового воздействия при этом не вызывают значительных термических деформаций соединяемых деталей. С целью направленного и эффективного управления качеством и процессами, протекающими в период сварки, были разработаны разнообразные технологические приемы – сварка сканирующим пучком, с двойным преломлением пучка, а также тандемная сварка. Этот способ осуществляется посредством дискретного сканирования пучка, когда, помимо выбора частоты, амплитуды и контура развертки, создается практически любое необходимое пространственное распределение плотности мощности электронного пучка. Для понимания технологических приемов были разработаны компьютерные программы, позволяющие регулировать распределение плотности мощности пучка по объему сварочной ванны при дискретных развертках. Высокие механические свойства соединений достигаются за счет управления величиной тепловложения в пределах размеров пятна нагрева и контроля доли участия в формировании шва свариваемых кромок. Эффективность технологии сварки алюминиевых сплавов заключалась в обеспечении оптимальных условий формирования узких (кинжалоподобных) швов, позволивших получить качественные соединения с высокими эксплуатационными свойствами благодаря образованию структур с высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению (*рис. 4*). Понимание сущности явлений, протекающих в металле под воздействием электронного пучка, послужило основой для выработки стандартных технологических требований к обеспечению усло-

а



б

Рис. 4. Примеры использования электронно-лучевой сварки при соединении плит большой толщины (а) и тонколистовых полуфабрикатов (б)

вий формирования качественных швов сварных соединений. Опытно-промышленная проверка на ряде предприятий подтвердила технико-экономическую эффективность процесса при использовании дискретно- сканирующего пучка. Полученные результаты стали основой для освоения и последующего внедрения новых технологических процессов при соединении сложнолегированных сплавов алюминия для изготовления конструкций ответственного назначения (А.А. Бондарев, В.Ю. Чернов, Н.Г. Третяк, Е.Г. Терновой, А.А. Попович, В.В. Скрябинский, С.В. Назаренко).

Дальнейшее развитие ракетно-космической техники потребовало применения в сварных конструкциях новых высокопрочных алюминиевых сплавов. Возникла необходимость их сварки в одноименных и разноименных композициях, а также соединения разнородных и композиционных материалов. С этой целью, изучая свариваемость алюминиевых сплавов различного класса, в отделе создаются специальные сварочные проволоки типа АМг7, Св1201, А85Т, позволяющие повысить прочность, пластичность сварных соединений конструкционных сплавов марок АМг6, М40, 1301, 1201, а также их коррозионную стойкость. Интенсивно исследуются при этом механизмы формирования структуры швов по оси и вдоль границы сплавления с основным металлом от корня шва (проплава) до технологического усиления, оценивается степень образующейся при этом химической неоднородности.

Оценку степени влияния химической и физической неоднородности сварных соединений проводили с привлечением новой методологии анализа соединений, основанной на теории механики разрушения. Были изучены закономерности изменения структуры и физико-механических свойств под влиянием технологических и эксплуатационных факторов, включая температурные условия (в диапазоне от 4 К до 600 К), наличие концентраторов напряжения и агрессивных сред, а также в зависимости от характера напряжённого состояния металла. По результатам исследований была установлена связь характеристик разрушения сварного соединения с параметрами микроструктуры в его различных зонах, что позволило выявить причины ухудшения свойств в теплофизических условиях сварки плавлением и в твердой фазе (Т.М. Лабур). Была определена степень воздействия технологических параметров на значения конструкционной прочности (трещиностойкости) сварных соединений алюминиевых сплавов, а также предельно-допустимые размеры сварочных дефектов (пор и оксидных пленок), которые существенно не снижают уровень несущей способности швов при статических и циклических условиях нагрузки. Полученные результаты послужили основой для установления зависимости показателей надежности соединений и механизма микроскопических процессов, которые обеспечивают требуемый для эксплуатации сварной конструкции уровень работоспособности, а также обосновывают критерии надежной эксплуатации легких сварных конструкций ответственного назначения с учетом их структурной и химической неоднородности.

Анализ промышленного опыта изготовления конструкций ответственного назначения из сплава АМг6 показал, что, несмотря на строгое соблюдение требований к подготовке металла и технологии сварки неплавящимся электродом, в швах встречались недопустимые включения оксидной пленки. Идея интенсификации перемешивания металла сварочной ванны с целью измельчения оксидных включений и одновременно его дегазации была реализована при сварке неплавящимся электродом пульсирующей дугой. Над получением этих результатов успешно работали В.А. Мишенков, А.Г. Чаюн, в дальнейшем А.Г. Покляцкий, Р.В. Илюшенко и А.Г. Сахацкий. Выполненные исследования позволили повысить эффективность способа и создать

специализированное оборудование. При этом удалось уменьшить в 3 раза относительную протяженность включений оксидной пленки в сварных швах сплава АМг6 и вероятность образования ее протяженных включений при сварке содержащих литий сплавов 1420 и 1460. Резкие изменения амплитуды в период импульса и паузы (модулированный ток) обеспечили снижение в 7-10 раз суммарного объема пустот в сварных соединениях сплавов. Совокупность полученных научных результатов стали основой для разработки высокоэффективной технологии сварки неплавящимся электродом разнополярным током прямоугольной формы.

Одновременно была установлена эффективность применения асимметричного разнополярного тока прямоугольной формы и для плазменной сварки, которая дает возможность сваривать стыковые соединения в режиме сквозного проникновения без применения формирующих подкладок. Рост температуры дугового разряда и повышение концентрации энергии, которые при этом происходят, способствуют обеспечению качества швов и уменьшению деформации. Благодаря сокращению времени протекания тока обратной полярности до 10-30 % от общего цикла снижается нагрузка на вольфрамовый электрод, а в периоды прямой полярности достигается более глубокое проплавление основного металла. В результате была повышена скорость сварки, снижен показатель погонной энергии, уменьшена масса и габариты плазмотрона. Реализация процесса происходит путем контроля и стабилизации его параметров и обеспечивается передовым сварочным оборудованием, содержащим блок электронного управления.

Применение в технике сварки электрического тока прямоугольной формы открыло возможность повысить эффективность катодной очистки поверхностей металла, участвующего в формировании сварного шва. Длительность нарастания и спада тока при этом сокращается и увеличивается время для качественной очистки торцов соединяемого сплава от оксидной пленки. Изменение полярностей тока прямоугольной формы, происходящее в процессе сварки, приводит к смене силового воздействия дуги и способствует интенсификации конвективных потоков расплавленного металла, а также его перемешивания по всему объему сварочной ванны. Это позволяет сократить в 2-3 раза суммарную протяженность макровключений оксидной пленки в швах в производственных условиях сварки, когда величина зазоров между кромками изменяется в диапазоне 0-1,2 мм. Данная технология в настоящее время может успешно использоваться в производстве авиационной и космической техники, судостроении, химическом машиностроении и пищевой промышленности.

В этот же период интенсивное развитие получила и технология сварки плавящимся электродом стационарной дугой в аргоне. Результатом исследований стал способ, позволяющий уменьшить чувствительность процесса сварки к размерам технологического зазора и превышению толщин соединяемого металла. Этот способ дает также возможность повысить скорость сварки и снизить уровень остаточных деформаций в сварных соединениях. Однако, нестабильное качество швов, получаемых при этом, сокращает сферу его применения для выполнения только угловых и нахлесточных соединений, где он оказался достаточно эффективным. Результатом технологических поисков стала разработка импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом с использованием генераторов импульсов тока ИИП-1. Новые модификации источников питания, в создании которых участвовали сотрудники отдела М.П. Пашуля, В.П. Будник, А.П. Запарованный, Ю.Г. Каплуненко позволили оценить преимущества данного способа сварки для соединения алюминиевых сплавов различных систем легирования. Помимо повышения стабильности горения дуги, значительно уменьшилось разбрызгивание металла и испарение легколетучих элементов, снизилось количество и размеры оксидных включений и пор в швах. Накопленный опыт стал базой для широкого применения данной технологии в промышленности, что явилось одним из значительных достижений отдела в области сварки плавлением. Начиная с середины 1960-х гг., импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом находит все большее применение для изготовления ряда ответственных изделий: корпусных конструкций ракетных комплексов на Куйбышевском и Оренбургском заводах. Она была также использована и на Волгоградском заводе для производства корпусов легких десантируемых танков, узлов пассажирских железнодорожных вагонов (*рис. 5*) и вагонов метро, самосвальных платформ автомобилей, автомобильных рефрижераторов, полуприцепов-минераловозов и др. изделий.

Рис. 5. Головной вагон скоростного электропоезда ЭР200, изготовленного из алюминиевых сплавов с использованием дуговой автоматизированной сварки плавящимся и вольфрамовым электродами

Применялись не только высокопроизводительные технологические процессы, но и эффективные сварочные материалы типа АМг63, которые обеспечивают высокое качество швов и надежность эксплуатации конструкций. Рассматривалась возможность использования крупногабаритных панелей из алюминиевых сплавов типа АМг6 шириной до 800 мм в качестве элементов силовых конструкций вагонов, поскольку демпфирующие свойства алюминия и его сплавов способствуют уменьшению на 10 % нагрузки на путь и элементы конструкции вагона, что позволяет повысить скорость подвижного состава. В разработках и внедрении в производство новых технологических процессов участвовал весь коллектив отдела, включая Р.М. Жукову, Г.А. Геращенко, М.Т. Дорошенко, А.К. Данилюка, Б.Я. Ковалева, К.Д. Напненко, И.М. Пикер.

Необходимо отметить, что более высокая стоимость гелий-аргоновой смеси для сварки алюминиевых сплавов по сравнению с аргоном или флюсом компенсируется снижением трудозатрат и повышением производительности, а также увеличением срока службы изделий и снижением расходов на их ремонт. Эта технология была успешно реализована при изготовлении емкостей из сплава АМцС на Балашихинском ПО «Криогенмаш», поточном производстве алюминиевых котлов железнодорожных цистерн и корпусных элементов ракет из сплава АМг6 на ПО «Азовмаш». Сварка плавящимся электродом Ø 3 мм в инертных газах была внедрена также на Курганском машиностроительном заводе для изготовления корпусов боевых машин пехоты из алюминиевой брони на основе сплава АМг6.

Использование смесей газов при импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом Ø 1,0-1,6 мм (В.С. Машин, М.П. Пашуля) решило проблему выполнения соединений объемных конструкций из сложнолегированных алюминиево-литиевых сплавов малой толщины с более высоким уровнем физико-механических свойств по сравнению со сваркой неплавящимся электродом пульсирующим током (*рис. 6*). Снижение стоимости выполнения сварочных работ возможно также путем замены дорогостоящего гелия в качестве защитного газа на готовые гелий-неоновые смеси (Ne = 3-25 %), получаемые в Украине.

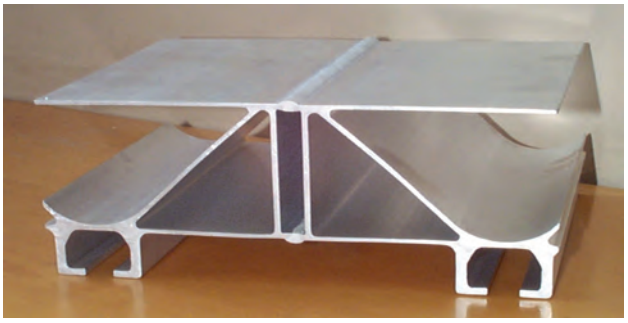


Рис. 6. Пример объемного узла сварной конструкции, выполненного плавящимся электродом

Стоимость 1 м^3 таких смесей в среднем на 25 % ниже чистого гелия. Областью применения является изготовление сварных узлов ракетно-космической техники, кораблей, воздушного и наземного транспорта, химического оборудования и др. сварных конструкций, работающих в сложных условиях эксплуатации. Выполнение качественных неразъемных соединений возможно из серийных и перспективных материалов на основе алюминия, включая сплавы, которые трудно свариваются или не свариваются плавлением.

Технология сварки плавящимся электродом продолжает развиваться для соединения тонколистовых (1-3 мм) сплавов на подкладке с достаточно хорошим качеством формирования швов и высокой их плотностью. Геометрические размеры наплавленного металла при этом не превышают значений параметров швов, получаемых ручной или автоматической сваркой вольфрамовым электродом. Регулирование величины тепловложения в свариваемый металл при такой технологии осуществляется с высокой точностью за счет применения сварочных аппаратов типа «Fronius» с синергетическим управлением процессом импульсно-дуговой сварки. Они обеспечивают совместную или раздельную модуляцию напряжения дуги, скоростей подачи проволоки и сварки. Непрерывная модуляция основных параметров режима импульсно-дуговой сварки в аргоне с периодом 2,2 ± 0,2 сек позволяет периодически изменять величину тепловложения в свариваемый металл, управлять скоростью кристаллизации металла ванны и получать надежное формирование корня шва «на весу», даже при наличии локальных зазоров шириной до 1 мм. При этом открывается перспектива целенаправленного использования относительно тонких алюминиевых проволок для сварки сплавов толщиной 2-3 мм, используя проволоку Ø 1,2 мм, а для сплавов менее 2 мм – проволоку Ø 1 мм.

Для соединения толстостенных конструкций (до 150 мм) была разработана технология узкощелевой сварки импульсной и стационарной дугой плавящимся электродом в гелии и его смесях с аргоном. Этот способ позволяет получить герметичные соединения в нижнем положении и на вертикальной плоскости. Сварка плавящимся электродом в узкий зазор по сравнению со сваркой в широкую Х-образную разделку свариваемых кромок, при многослойном ее заполнении, позволяет сократить в несколько раз количество проходов, уменьшить зону термического влияния в 4-6 раз и уровень остаточных деформаций. При этом экономятся сварочные материалы и электроэнергия. Данный процесс нашел применение в опытно-промышленном производстве узлов корпусов ракет на заводе «Прогресс» и корпусов боевых машин пехо-

ты на Курганском машиностроительном заводе. Внедрением передовых технологических процессов занимались Б.А. Стебловский, В.И. Завирюха, Г.И. Артеменко, Ю.М. Лосев и Ю.А. Рябец. Внедренная технология обеспечила полную герметизацию баков и систем подачи топлива ракетных узлов.

Для соединения малонагруженных узлов с силовыми элементами в транспортных конструкциях в настоящее время применяют дуговую точечную сварку алюминиевых сплавов. Она позволяет повысить производительность процесса по сравнению с неплавящимся электродом, осуществить легирование металла шва и улучшить качество и механические свойства сварного соединения. Оптимизация параметров режима наряду с синергетическим управлением процессом обеспечивает стабильное качество швов и уровень механических свойств нахлесточных соединений тонколистовых алюминиевых сплавов АМг5, АМг6 и АД33 ($d_{мет}$ = 1,8; 3,0; 3,8 мм) при использовании источника питания «Fronius TPS-450» и горелки «Fronius Pull MIG PM-502Z». В ходе отработки оптимальных режимов сварки нахлесточных соединений толщиной: 2+2 мм; 3+3 мм; 4+4 мм, было установлено, что замена аргона на гелий приводит к увеличению значений геометрических параметров точечного шва и снижению диаметра и количества пор, повышению прочности соединения. Для снижения деформаций верхних листов нахлесточных соединений рекомендуется выполнять сварку на максимально допустимых значениях тока и минимальном времени сварки. Было установлено, что использование двух импульсных источников питания с синергетическим управлением и сварочной горелки, обеспечивающей подачу изолированных друг от друга сварочных проволок, позволяет по сравнению с однодуговой, повысить глубину и ширину проплавления и уменьшить высоту усиления швов ($d_{мет}$ = 8 мм, сплав АМг6). Дуговой способ импульсной сварки целесообразно применять для предотвращения прожогов тонколистового металла при однопроходной сварке стыковых и замковых соединений, а также для выполнения тавровых и нахлесточных соединений, когда необходимо получать большие катеты швов и не требуется глубокое проплавление металла (В.С. Машин, М.П. Пашуля, В.А. Коваль).

Исследование технологических особенностей гибридной лазерно-дуговой сварки плавящимся электродом показало, что при использовании источника лазерного излучения Nd: YAG – лазер модели DY 044 (фирмы Rofin Synar, Германия) с мощностью излучения до P = 4,4 кВт и импульсной дуги плавящегося электрода, которые питались от установки «Fronius TPS-2700» («Fronius», Австрия), обеспечивающей сварочный ток до 270 А, можно получить качественные швы сплавов марок АМг6, Д16, 1420 толщиной 4,0 мм при использовании сварочной проволоки Ø 1,2 мм. Для защиты сварочной ванны целесообразно применять смесь аргона с гелием или чистый гелий. Гибридная сварка по сравнению с импульсно-дуговой плавящимся электродом позволяет повысить в 1,8-2,6 раза скорость сварки (в диапазоне 30-60 м/ч), снизить в 1,3-1,6 раза величину тепловложения в свариваемый металл и значительно уменьшить деформации соединений толщиной 4 мм. Характеристики прочности при этом несколько выше, чем при импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом.

Благодаря обширным научным результатам и высокому уровню технологических разработок в области дуговых способов сварки в короткие сроки были внедрены эффективные процессы для изготовления легких конструкций различного назначения из алюминиевых сплавов. В течение 1950-1970 гг. впервые в мире специалисты отдела совместно с «КБ «Южное» (Днепр) и др. предприятиями ракетно-космической отрасли создали комплекс оборудования и технологии изготовления несущих конструкций, топливных баков, корпусов гироскопов и оболочек ядерных зарядов, систем управления, подачи топлива, аэродинамических рулей управления, переходных отсеков и др. узлов с использованием дуговой автоматической сварки в инертных газах (Д.М. Рабкин, А.Я. Ищенко, Б.А. Стебловский, В.П. Будник). В 1980-х гг. специалисты отдела приняли активное участие в разработке технологий и оборудования для сварки объемных конструкций ракет. Была создана технология приварки ребер тонкостенных панелей авиационных и ракетных конструкций из высокопрочных алюминиевых сплавов марок АМг6 и 1201. Использование оребренных панелей из новых алюминиевых сплавов и технологии сварки баков из них не только снизило экономические затраты на производство, но и повысило тактико-технические данные ракетных комплексов.

В этот же период исследовались процессы, протекающие при взаимодействии алюминия со сталью и медью, определялись законы роста интерметаллидных прослоек, физико-механические свойства искусственно выплавленных интерметаллидов, особенности формирования структуры сварных соединений разнородных и композиционных материалов. На основании полученных результатов были разработаны методы соединения, обеспечивающие необходимый уровень служебных характеристик, что было использовано на ряде предприятий оборонного значения (В.Р. Рябов, В.И. Юматова, В.А. Кирпатый, И.В. Зволинский, Б.Я. Ковалев). В ходе исследований были установлены закономерности первичной кристаллизации и механизмы формирования структуры швов в неравновесных условиях при больших скоростях охлаждения, прерывистых и импульсных подачах энергии, а также под влиянием микродобавок различных модификаторов структу-

ры. Результаты анализа послужили основой создания и отработки в производственных условиях высокоэффективных технологий вакуум-плотного соединения стали с алюминием, которая была успешно внедрена в производство конструкций ракетного комплекса 18М, что позволило значительно уменьшить его массу и обеспечить надежность соединения двигателя с топливных баком.

В это же время интенсивно развивается новое направление – сварка разнородных металлов и композиционных материалов на алюминиевой основе различных типов: волокнистых, дисперсно-упрочненных, слоистых. Высокие удельные показатели прочности и жесткости материалов, низкий термический коэффициент линейного расширения в направлении армирования, повышенное внутреннее демпфирование, теплопроводность, а также повышенная стойкость при воздействии ультрафиолетовых и жестких излучений обусловили повышенный интерес к ним. Необходимо было всесторонне изучить технологические особенности их соединения, связанные с применением таких материалов в различных типах военных и гражданских самолетов, вертолетов, а также изделий ракетно-космической техники. Попытки использовать существующую технологию аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с применением стандартного оборудования не дали положительных результатов в отношении качества соединений. Потребовались новые технологические процессы, исключающие расплавление армирующих волокон как в твердой фазе, так и в условиях частичного оплавления алюминиевой матрицы. Поэтому были разработаны специальные оборудование и оснастка, позволяющие защищать их в процессе сварочного нагрева. Наиболее широкое применение получили технологии контактной и диффузионной сварки, позволяющие ограничить термическое влияние на армирующее волокно путем сокращения времени сварки или снижения температуры. Успешному их внедрению в производство (ГП «Антонов», Киев) способствовали плодотворные исследования процессов смачиваемости, растворения и диффузии компонентов алюминиевых сплавов и композиционных материалов на их основе.

В связи с необходимостью снижения расхода топлива в изделиях авиакосмической техники среди алюминиевых сплавов в 1980-х гг. появился новый класс высокоресурсных алюминиево-литиевых сплавов. Повышенный интерес к этой группе легких сплавов обусловлен более низкой (на 3-4 %) плотностью при увеличении жесткости на 3-4 %, если в алюминий добавляют 1 ат. % лития. Имея существенно меньшую плотность (на 8-15 %), сплавы обладают высоким модулем упругости, что позволяет на 10-15 % уменьшить массу конструкций и, соответственно, повысить грузовместимость пассажирских и транспортных самолетов и др. транспортных средств. Высокие значения прочности сплавов достигаются благодаря способности легирующих элементов к ограниченной растворимости в различных температурных условиях. От традиционных, сплавы с литием отличаются большей степенью легирования, наличием значительной гетерогенности и сложностью фазовых превращений, протекающих при технологических операциях. В ходе усовершенствования химического состава и структуры сплава, а также оптимизации условий их соединения в производстве сварных конструкций получили признание новые модификации алюминиево-литиевых сплавов. Эффективность сварных конструкций из алюминиево-литиевого сплава типа 1420 подтвердила многолетняя эксплуатация топливного бака и кабины летчика сверхзвукового истребителя серии МиГ-29.

Новый этап развития в последующие годы получила технология сварки неплавящимся электродом. Оказалось, что пропускание электрического тока величиной около 200 А через участок проволоки способствует ее нагреванию до 200 °С, обеспечивает интенсивную дегидратацию свариваемых кромок и эффективное катодное разрушение оксидной пленки, уменьшая тем самым количество макровключений пленки в швах (А.Г. Покляцкий, А.А. Гринюк, В.Г. Колыбаба, О.О. Король). Областью применения подобного технологического приема является сварные конструкции ответственного назначения, к которым предъявляются повышенные требования к их прочности и герметичности.

С целью улучшения эксплуатационных и технологических свойств алюминиевых сплавов в 1990-х гг. активизировался поиск новых модифицирующих добавок. Он сопровождался усовершенствованием технологии производства полуфабрикатов алюминиевых сплавов и их соединения. Большое внимание в эти годы было уделено изучению влияния на структуру и свойства промышленных легких сплавов сравнительно новых легирующих компонентов, в т. ч. и скандия (А.Я. Ищенко, В.А. Кирпатый, А.В. Лозовская, И.Е. Склабинская, В.Е. Федорчук, Т.М. Лабур, М.Р. Яворская). В частности, улучшены характеристики свариваемости некоторых сплавов, получены новые сварочные материалы, включая эффективные присадочные проволоки с цирконием и скандием, созданы рациональные конструкции сварных узлов, разработаны технологические процессы дуговой и электронно-лучевой сварки, и необходимое для этого оборудование. Это обеспечило высокое качество сварных соединений алюминиевых сплавов, надежность их эксплуатации, содействовало росту производительности сварки и уменьшению металлоемкости изделий. Эти технологии были внедрены в ГП «КБ «Южное», «Южном машиностроительном заводе»

(Днепр), «Море» (Феодосия), «Николаевский судостроительный завод» (Николаев), «Ленинская кузница» (Киев) и на др. предприятиях, изготавливающих легкие конструкции.

В последнее десятилетие интенсивно разрабатывается технология соединения алюминиевых сплавов трением с перемешиванием благодаря использованию специального рабочего инструмента. Процесс осуществляется в твердой фазе за счет локальной пластификации части основного материала. Структура шва и его механические свойства при этом улучшаются, а малая величина тепловложения позитивно проявляется на степени разупрочнения металла в зоне нагрева и незначительной деформации сварных изделий (*рис. 7*). Формирование шва происходит без образования пор, макровключений оксидной пленки, горячих трещин и т. п. дефектов, наблюдаемых при расплавлении и кристаллизации металла в условиях сварки плавлением. Отсутствие дугового разряда и расплавленного металла позволяют получать плотные неразъемные соединения без применения защитного газа, а также избежать ультрафиолетового излучения дуги, выделений дыма, потери легирующих элементов и необходимости повышения содержания их в швах за счет использования присадочных материалов. Поскольку процесс протекает при более низкой температуре, деформационное упрочнение металла, измельчение зерен, увеличение объемной доли их границ и дробление интерметаллидных фаз в шве и на граничащих с ним участках обеспечивают более высокие значения предела прочности соединений, чем в условиях сварки плавлением. А снижение теплового воздействия на металл способствует уменьшению остаточных пластических деформаций укорочения и растягивающих напряжений в соединениях, что вызывает меньшее коробление сварных конструкций и повышает их стойкость к разрушению. Соединения, тем самым, имеют высокую усталостную прочность при воздействии циклических нагрузок, обеспечивая надежность и долговечность сварных конструкций. Над изучением технологических возможностей нового процесса наряду с созданием специализированного сварочного оборудования работают А.Г. Покляцкий и В.Г. Колыбаба, эти разработки были использованы при внедрении технологического процесса на ГП «Мотор Сич» (Запорожье).

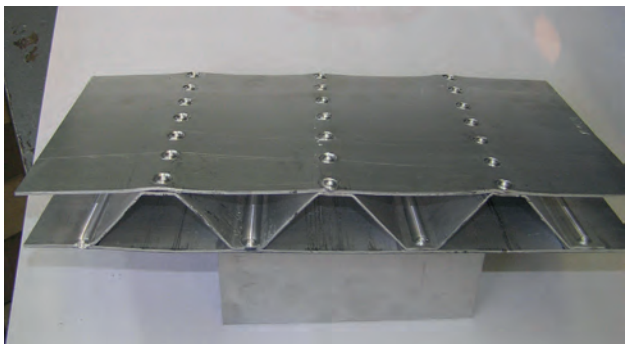


Рис. 7. Трехслойная панель, выполненная сваркой трением с перемешиванием точечными и стыковыми швами

Появление наноструктурных материалов (интерметаллидов, нанодисперсных композиционных систем на базе алюминия и др. элементов) с уникальными функциональными свойствами стало значительным достижением в области материаловедения. В обычных условиях такие материалы не соединяются. Необходимо было разработать неординарные технологические решения, благодаря которым впервые был создан новый класс эффективных наноструктурных сварочных материалов в виде многослойных покрытий и тонких фольг, получаемых с применением электронно-лучевой парофазной технологии и др. методов тонкого диспергирования, используя процессы в твердой фазе. Их эффективность была исследована А.Я. Ищенко, Ю.В. Фальченко, А.Н. Муравейник, В.Е. Федорчуком, В.С. Шинкаренко. Результаты показали, что уменьшение геометрических размеров структурных составляющих в самом материале и его соединениях открывают перспективу для создания сверхлегких конструкций аэрокосмической техники, сочетающих высокие показатели прочности и пластичности, а также малый вес. Дальнейшее развитие сварочных нанотехнологий окажет значительное влияние на темпы производства изделий аэрокосмической техники, включая орбитальные устройства и приборы, электротехнические и теплотехнические установки, детали газотурбинных двигателей.

Разрабатывались методы диффузионной сварки в вакууме материалов на основе алюмокомпозитов и γ-TiAl интерметаллида через промежуточные наносложные прослойки (Г.К. Харченко, Ю.В. Фальченко, Л.В. Петрушинец, В.П. Гуриенко, В.Л. Гончаревский). Разработаны технологии соединения биметаллических узлов железо-медь. Оптимизация режимов диффузионной сварки позволила изготовить партию полюсов для изделий специального назначения («Генератор», Киев) и, тем самым, заменить дорогостоящую технологию пайки. Исследования по сварке новых керамических и металлических материалов открыли перспективу их использования для изготовления панелей системы тепловой защиты космических кораблей многоразового использования, над которыми работает ГП «КБ «Южное». Для получения изотопов медицинского назначения были проведены поисковые работы по технологии герметизации соли хлорида рубидия в мишени, состоящей из медного корпуса с крышкой из жаропрочного сплава никеля, и переданы в Институт ядерных исследований НАНУ для дальнейшего их применения.

Возможность соединения биметаллических теплообменных систем и капсулирующих блоков для микроэлектроники при температурах 140-250 °С

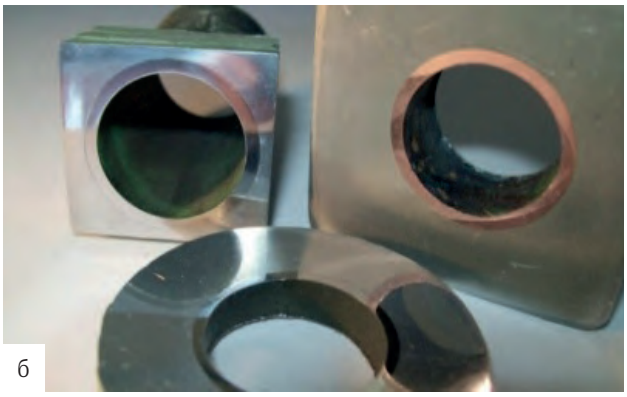


Рис. 8. Пример теплообменного блока (а) и фрагменты диффузионного соединения разнородных металлов (б)

обеспечило использование промежуточных прослоек, демпферного, нанесенного микроплазменным методом, и активатора из жидкого металла, (Ю.А. Хохлова, М.А. Хохлов, Д.А. Ищенко). Разработанная технология позволяет одновременно соединять металлические элементы блока и закреплять внутри него приборные компоненты микроэлектроники (*рис. 8*) по замкнутым, цилиндрическим и сопрягающимся поверхностям в узлах конструкций ракетно-космической техники, кораблей, воздушного и наземного транспорта, работающих в сложных условиях эксплуатации.

Как видно из приведенного выше, арсенал современных способов соединения легких сплавов весьма обширен – от классических технологий сварки плавлением до сварки в твердой фазе. Качественные неразъемные соединения получают даже из материалов, которые ранее трудно сваривались. Это дает основание утверждать, что сварочный процесс является одним из стимулирующих факторов прогрессивного развития производства легких конструкций различного назначения. Выбор способа сварки и оптимального процесса формирования качественных соединений определяется как степенью проработки химического состава применяемого материала, так и уровнем использующейся при этом сварочной техники. И сегодня в ИЭС им. Е.О. Патона продолжаются работы, охватывающие фундаментальные и прикладные исследования, на базе которых разрабатываются прогрессивные технологии соединения новых материалов на основе алюминия и магния.

Высокая научная эрудиция, системный подход и широта стратегии научного поиска новых технологических решений, профессионализм специалистов отдела сварки легких сплавов особенно проявились в рамках сотрудничества с иностранными компаниями США, Германии, Франции, Испании, Италии, Польши, Сербии, Китая, Южной Кореи. Выполнение 8 совместных научных проектов и около 20 международных договоров явилось наглядным подтверждением высокого уровня знаний и организованности коллектива – основой создания эффективных технологических процессов соединения легких материалов и сплавов.

Результаты фундаментальных исследований в области сварки высокопрочных сплавов, разнородных и композиционных материалов на основе алюминия и магния были представлены в 16 монографиях, ряде изобретений и отмечены пятью премиями:

Государственная премия Украины:

- «За создание теоретических основ производства ответственных деталей и узлов машин из высокопрочных легких конструкционных материалов». – Ищенко А.Я., Рябов В.Р. и др., 1995 г.;
- «Материалы и технологии конструкций современной авиационной техники». – Лабур Т.М., Ющенко К.А. и др., 2018 г.

Премии Совета Министров СССР:

- «За разработку и внедрение в производство высокоэффективных методов и приемов сварки алюминиевых, магниевых и титановых сплавов» – Ищенко А.Я., Стебловский Б.А. и др., 1988 г.;
- «За разработку и внедрение в производство сталеалюминиевых биметаллов» – Рябов В.Р., Добрушин Л.Д. и др., 1989 г.

Премия Национальной академии наук имени Е.О. Патона:

- «За публикацию монографии «Металлургия сварки плавлением алюминия и его сплавов»» – Рабкин Д.М., 1994 г.

Настоящий обзор, естественно, не может охватить все работы, выполняемые отделом, по созданию эффективных технологий соединения легких металлов и сплавов, в ней приведены наиболее значимые результаты. Отличительной особенностью научной деятельности отдела, как и всего ИЭС им. Е.О. Патона всегда была тесная связь с практикой. Специалисты отдела быстро откликались на насущные технологические потребности в области машиностроения, доводили все исследования до стадии разработки конкретных рекомендаций, новых технологических процессов, широкого внедрения их в производство при тесном сотрудничестве с представителями промышленных предприятий.

#1862

Физико-химические исследования материалов в институте электросварки им. Е.О. Патона

И.А. Моссоковская, с. н. с., к. ф. н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

В статье представлена информация о работе научно-исследовательского отдела № 22 физико-химических исследований материалов института электросварки им. Е.О. Патона НАНУ. Проведен обзор аналитического оборудования отдела и его возможностей, представлены технические возможности таких уникальных приборов, как Gleeble 3800 DSI (США), Оже-микрозонд JEOL (Япония), iCAP 6500 DUO фирмы Thermo Fisher Scientific (США). В статье проводится также краткий обзор лабораторий отдела № 22 и их возможностей.

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ – крупнейший на постсоветском пространстве, в Европе и один из крупнейших в мире материаловедческий центр, который занимается разработкой новых сварочных материалов, флюсов, порошковых проволок, наплавочных материалов, припоев, конструкционных материалов: высокопрочных сталей общего и специального назначения, сплавов на основе алюминия, титана, никеля и др. для машиностроения, строительных и транспортных конструкций, авиационной и космической техники, защитных, износостойких и жаростойких покрытий, композитных, градиентных и функциональных материалов для электроники, нанотехники и медицины.

В ИЭС проводится изучение физических явлений в перечисленных сварочных процессах, в т. ч. и с использованием физического и математического моделирования, изучение структуры и фазового состава материалов, физико-механических и эксплуатационных свойств, разрабатываются физические методы оценки качества материалов и изделий из них.

Основным исследовательским отделом ИЭС в этой области является отдел физико-химических исследований материалов № 22, который обеспечивает аналитическое и материаловедческое сопровождение технологических работ. Отдел № 22 располагает уникальным современным оборудованием, среди которого, в первую очередь, нужно отметить установку Gleeble 3800 DSI (США); ICP – спектрометр, ICAP 6500 DUO, Thermo Fisher Scientific (США); Оже-микрозонд JEOL (Япония). Исследовательские работы выполняются по современным методикам опытными научными сотрудниками, среди которых 4 доктора и 13 кандидатов наук.

Установка «GLEEBLE-3800» (*рис. 1*) является высокотехнологичным комплексом, позволяющим проводить физическое имитирования процессов сварки, горячей деформации металлов, в т.ч. таких как ковка, прокат, осадка, а также позволяет имитировать термическую обработку металлов с различными скоростями нагрева и охлаждения. Тесты на горячее сжатия и растяжения можно проводить как при неизменном, так и при различных значениях силы во время одного опыта. При этом температуру и скорость нагрева образца можно регулировать в зависимости от задачи исследования. Максимальная кратковременная сила сжатия может составлять 20 метрических т, а сила растяжения 10 метрических т. Максимальная температура процесса при проведении таких опытов может быть равна 2000 °С. Нагревательная система управляется компьютером и позволяет имитировать термические циклы сварки. После имитации характерных режимов сварки, строятся термокинетические диаграммы распада аустенита конструкционной сталей, определяются температуры фазовых превращений, начала формирования феррита, перлита, бейнита и мартенсита, определяется кинетика фазовых превращений и изучаются изменения структуры в эмитированном металле ЗТВ конструкционной стали.

Рис. 1. Установка «Gleeble 3800» DSI (США)

Такие испытания позволяют определить степень деформации в зависимости от приложенной силы. Тесты на горячую деформацию по одному направлению можно проводить на двух разных передвижных блоках. Универсальный блок «Gleeble System» используется для имитации физических процессов в случае «простого» сжатия или растяжения.

Основным прибором аналитической лаборатории является оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (далее ICP-спектрометр) iCAP 6500 DUO фирмы Thermo Fisher Scientific (США) (*рис. 2*), который позволяет проводить аналитические исследования атомного состава широкого спектра неорганических материалов.

Особенностью ICP-спектрометра является его система регистрации двухмерного спектра, сформированного по схеме крестообразной дисперсии Эшелле решетки и малоугловой призмы на компактный полупроводниковый термостабилизированный CID-детектор (Charge Injection Device), охлаждаемый до -48 °С с высокими показателями соотношения интенсивностей сигнал-шум. На двухмерном массиве CID-детектора (540x540 пикселей) весь спектр регистрируется в два этапа: отдельно ультракоротковолновый диапазон 166-238 нм и диапазон 210-847 нм.

Для исследований структурно-фазового состава используется Оже-микрозонд с полевым эмиссионным катодом JAMP-9500F (JEOL Ltd) (*рис. 3*), который является многофункциональным прибором высокого уровня с высокими техническими характеристиками.

Это не только непревзойденный электронный сканирующий микроскоп с высоким разрешением, но и Оже-спектрометр с выдающимся пространственным разрешением, высокой чувствительностью и энергетическим разрешением на уровне рентген-фотоэлектронной спектроскопии. Прибор укомплектован энергодисперсионным спектрометром OXFORD EDS INCA Energy 350 для анализа элементов от бериллия до урана. В режиме сканирующего микроскопа разрешительная способность по вторичным электронам доходит до 3,0 нм, диапазон увеличения от 25 до 500 000. Для количественного морфологического анализа структур по их изображению установлено многофункциональное программное обеспечение «Стиман», позволяющее анализировать серию изображений, снятых при разных увеличениях, которые отображают структурные элементы всех размеров от самых маленьких до самых больших. Прибор может анализировать больше 20 морфологических параметров структурных элементов. Прибор обладает детектором обратного рассеивания электронов, который применяется при изучении контраста по атомному номеру при исследовании поверхности образцов.

Диаметр электронного зонда при проведении Оже-анализа – 8 нм, что дает возможность проводить исследования материалов на наноуровне. Высокая энергетическая разделительная способность $\Delta E/E$ от 0,05 до 0,6 % и чувствительность Оже-спектрометра дают возможность проводить качественный и количественный элементный анализы (начиная с Li), а также в большинстве случаев получать информацию и про фазовый состав исследуемых материалов. Прибор укомплектован ионной пушкой с минимальным диаметром ионного зонда до 200 мкм, которая позволяет проводить послойный анализ материалов (в частности многошаровые пленки и покрытия), скорость травления при этом может достигать 200 нм/мин. При исследовании непроводящих материалов ионная пушка может работать в режиме нейтрализации заряда. Система безмасляной откачки Оже-микрозонда обеспечивает в камере анализа вакуум на уровне $5 \cdot 10^{-8}$ Па, а установленный прибор для охлаждения и скалывания

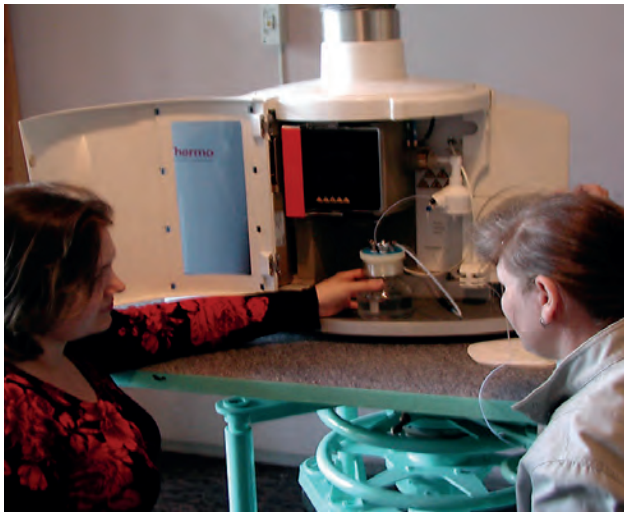


Рис. 2. Установка iCAP 6500 DUO фирмы Thermo Fisher Scientific (США)

Рис. 3. Установка JAMP-9500F (JEOL Ltd)

Рис. 4. Газоанализатор ТС-436 (фирма «LECO», США)

дает возможность осуществлять разрушения образцов и исследовать поверхность разрушения в ультравысоком вакууме. Прибор укомплектован гониометрическим объектным столиком, моторизованным по пяти ступеням свободы, который позволяет исследовать образцы большого диаметра до 95 мм, что является важным при исследовании сварных соединений.

В состав отдела № 22 входят также следующие лаборатории:

- Химическая лаборатория в которой имеются по два анализатора углерода и серы (на большие и малые концентрации).
- Лаборатория спектрального анализа, в которой имеется оптический эмиссионный спектрометр SPECTROVAC-1000 DV-4 («BAIRD», Нидерланды), эмиссионный фотоэлектрический вакуумный спектрометр ДФС-51 и дифракционные фотоэлектрические спектрометры («ЛОМО», РФ). Они компьютеризированы, прошли модернизацию и метрологию, обеспечены эталонами.
- Лаборатория анализа газов в металлах. Имеет 4 действующих модернизированных анализатора RO-316, RH-2, TN 114, TC-436 (*рис. 4*) («LECO», США).

Анализы выполняются в рамках действующих стандартов.

- Металлографическая лаборатория имеет препараторскую и оборудование для подготовки шлифов, световые микроскопы, POLYAR MET, JENAVERT, NEOPHOT-32 (съемка структур ведется цифровыми фотокамерами).

Установку ВДТА для дифференциального термического анализа с рабочей температурой до 1600 °С.

Проводятся работы по изучению и идентификации структуры, фазового состава, и неметаллических включений.

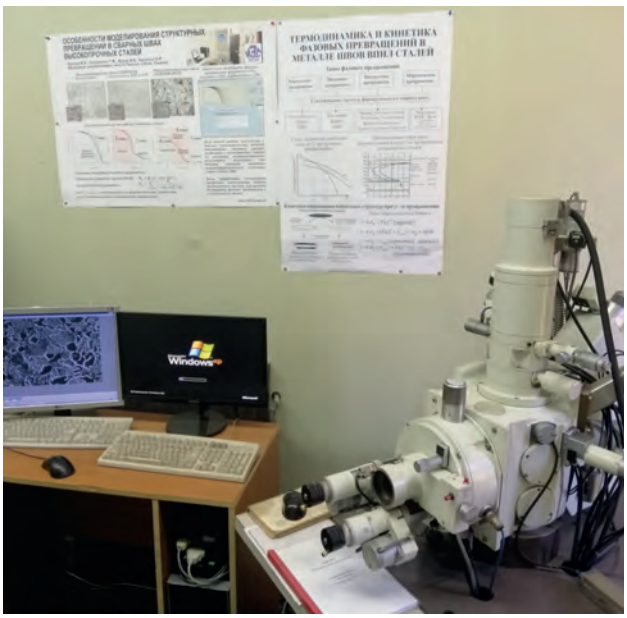


Рис. 5. Растровый электронный микроскоп JSM-840 с системой микроанализа фирмы JEOL (Япония)

- Лаборатория рентгеноструктурного анализа. Имеет действующую установку ДРОН-3 УМ-7, модернизированную и компьютеризированную.
- Лаборатория электронной микроскопии имеет 3 действующих растровых электронных микроскопа с энергодисперсионными анализаторами: Т-2000 JEOL (Япония), JSM-840 (с системой JEOL) (рис. 5), SEM-515 («Phillips», Нидерланды), два просвечивающих электронных микроскопа 200 kV JEM-200-CX JEOL (Япония) и 120 kV EM-400 («Phillips», Нидерланды).

Установки для препарирования и подготовки образцов, включая ионную очистку и утоншение.

Исследования поверхности и тонких пленок осуществляется на установке LAS-2000 («Рибер», Франция) с Оже-спектрометром, масспектрометром и фотоэлектронным спектрометром.

Центр коллективного пользования и лаборатории отдела № 22 на договорных началах выполняют работы для отделов ИЭС им. Е.О. Патона, др. институтов НАН Украины, а также для внешних заказчиков.

Сайт, где размещена информация про наш центр: ***http://paton.kiev.ua***.

#1863

Новый торцеватель из гаммы отечественного оборудования для подготовки к сварке неповоротных стыков трубопроводов атомных электростанций

Л.М. Лобанов, акад. НАНУ, д.т.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев), **Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Е. Попов, Л.П. Муценко, Д.С. Олияненко,** ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ» (Киев), **С.И. Лавров, А.А. Кириленко, В.Г. Притыка, А.В. Ковалюк,** ОП «Атомэнергомаш» ГП «НАЭК «Энергоатом» (Энергодар, Запорожская обл.)

Приведены результаты наработок Института электросварки им. Е.О. Патона НАНУ и его специализированного подразделения – ГП «Научно-инженерный центр сварки и контроля в отрасли атомной энергетики Украины Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины» (НИЦ СКАЭ) относительно создания инновационного образца торцевателя для подготовки к дуговой сварке стыков трубопроводов с номинальным внешним диаметром от 76 до 108 мм. Это позволило завершить разработку гаммы отечественных современных торцевателей с внешним базированием и безопасным унифицированным пневмоприводом, применение которых необходимо при монтаже, ремонте и модернизации объектов энергетики (включая энергоблоки атомных и тепловых электростанций), в химическом, фармакологическом и энергетическом машиностроении, в судостроении, на предприятиях нефтегазового и аэрокосмического комплексов и в др. отраслях промышленности и строительства Украины.

Отсутствие полнй гаммы отечественного современного оборудования для подготовки к сварке неповоротных стыков трубопроводов продолжает оставаться одним из главных факторов, препятствующих существенному повышению качества сварных соединений и широкомасштабной автоматизации сварочных работ при монтаже, ремонте и модернизации объектов энергетики и др. отраслей экономики Украины. До настоящего времени организации и предприятия отрасли энергетики, в т. ч. атомной, и др. отраслей вынуждены применять зарубежное оборудование аналогичного назначения, которое поступает в Украину исключительно по импорту и по своим свойствам может удовлетворять украинских пользователей лишь частично. Характерная особенность трубопроводов энергоблоков атомных электростанций (АЭС), являющихся базовыми элементами технологических цепочек этих блоков, заключается в том, что в процессе их эксплуатации они подвергаются воздействию (в основном одновременному) значительного давления, высоких температур, существенных движимых масс воды и пара, проникающей ионизирующей радиации [1]. Учитывая, что ресурс, надежность, а также ядерная и радиационная безопасность энергоблоков АЭС и др. потенциально опасных производств во многом определяются состоянием и ресурсом технологических трубопроводов, последние были обособлены в отдельную группу устройств энергоблоков АЭС с регламентацией правил и норм выполнения, диагностики и контроля сварных соединений этих трубопроводов [1-3]. Исследованиями и практикой установлено, что качество сварных соединений трубопроводов, отвечающее современным требованиям, в значительной степени (почти всегда – в решающей) зависит от качества предшествующей сварке обработки торцов или кромок разделки, их стыков и от качества сборки деталей трубопроводов непосредственно перед сваркой [4-6]. Поэтому создание и освоение отечественного промышленного производства современного оборудования для подготовки к сварке неповоротных стыков трубопроводов является актуальной научно-технической задачей, которая в 2014-2017 гг. в значительной мере была решена в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ и НИЦ СКАЭ путем разработки, модернизации и освоения промышленного производства инновационных моделей торцевателей ТРЦ 38 У3.1 для металлических труб Ø от 14 до 38 мм, ТРЦ 76 У3.1 для металлических труб Ø от 38 до 76 мм и трубореза разъемного ТТЦ 660 У3.1 для труб Ø от 108 до 159 мм [7, 8].

При проведении исследований и выполнении опытно-технологических работ изучалось влияние на качество сварных соединений точности подготовки кромок деталей металлических трубопроводов с номинальным внешним Ø 76, 89 и 108 мм, конструктивные элементы которых соответствуют требованиям ПН АЭ Г-7-009-89 и ОСТ 24.125.02-89,

а также определялись области оптимальных режимов обработки этих кромок резанием.

Для исследований и опытно-технологических работ использолись образцы-имитаторы деталей трубопроводов из стали 08Х18Н10Т и стали 20 с номинальными Ø 76, 89, 108 мм с номинальной толщиной стенки 7, 8 и 12 мм соответственно. Кромки образцов-имитаторов деталей трубопроводов, используемых для исследований и опытно-технологических работ, обрабатывали с помощью токарно-винторезного станка 1М61 и фрезерного станка 6Р82Ш.

Обработку кромок разделки стыков образцов-имитаторов деталей трубопроводов, подвергаемых испытаниям, для имитации отклонений от линейных и угловых размеров, регламентированных ПН АЭ Г-7-009-89 и ОСТ 24.125.02-89 для сварных соединений типа С-42 и С-23, осуществляли в соответствии с *табл. 1*, при этом ассиметрия углов скоса кромок разделки образцов деталей трубопроводов для имитации отклонений от нормативных значений для труб с номинальными размерами (76×7, 89×8 и 108×12) мм, составляла 4 и 8 угл. град.

В процессе обработки образцов-имитаторов деталей трубопроводов из стали 08Х18Н10Т и стали 20 контроль их линейных и угловых размеров выполняли с использованием стандартных средств измерений, в частности, штангенциркулей ШЦ–П–160 и ШЦ–П–250 по ГОСТ 166 (наибольшая погрешность измерений ±0,07 и ±0,08 мм соответственно), стенкомеров индикаторных С-10А и С-25 по ГОСТ 11358 (наибольшая погрешность измерений ±0,02 и ±0,10 мм соответственно), угломера с нониусом УТ модель 127 с диапазоном измерения от 0 до 180 угл. град и наибольшей погрешностью измерений ± 2 угл. мин. [9].

Основную часть обработанных в соответствии с *табл. 1* образцов-имитаторов деталей трубопроводов из стали 08Х18Н10Т и стали 20, которые использовались для исследований и опытно-технологических работ, подвергали многопроходной автоматической орбитальной сварке неплавящимся электродом в среде аргона (GTAW-сварке) с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода, для чего использовали опытный образец разработанного в НИЦ СКАЭ автомата орбитального АДЦ 628 УХЛ4 [10], а некоторое количество этих образцов-имитаторов - многопроходной ручной сварке неплавящимся электродом в среде аргона с подачей присадочной проволоки (TIG-сварке). Для осуществления TIG-сварки применяли разработанные ранее в НИЦ СКАЭ опытные образцы источника питания ИЦ 617 У3.1 для TIG- и GTAW-сварки, модуля силового питания МПС – 101 У3.1 и электронного регулятора сварочного тока РДГ – 201 У3.1 [11], а также горелку ABITIG GRIPP 26 (фирмы ABICOR BINZEL) с вольфрамовым электродом марки WT20 Ø 3,15 мм. При опытных сварках стыков деталей трубопроводов из стали 08Х18Н10Т в качестве присадочного материала использовали проволоку Св-04Х-19Н11М3, а при опытных сварках стыков деталей трубопроводов из стали 20 – проволоку Св-08Г2С, при этом диаметр этих проволок составлял 1,6 мм.

Качество сварных соединений образцов-имитаторов деталей трубопроводов с номинальным Ø от 76 до 108 мм, используемых для исследований и опытно-технологических работ, контролировали визуальным, радиографическим и капиллярным способами [12].

В результате выполнения нескольких серий опытных сварок установлено:

- ассиметрия углов скоса кромок деталей металлических трубопроводов с номинальным внешним Ø от 76 до 108 мм при выполнении сварных соединений типа С-42 или С-23 должна не превышать 4 угл. град., т.к. при больших значениях ассиметрии углов скоса характерны такие сплошные дефекты, как недопустимые нарушения формирования сварного шва, несплавления кромок и отдельных валиков, непровары в заполняющих проходах, «провисания» части шва возле кромки с завышенным углом скоса, «подрезы» в облицовочном шве;
- отклонения расточки внутренних диаметров от нормативных значений при выполнении сварных соединений типа С-42 и С-23 не должны превышать +0,23 мм для труб с номинальным внешним Ø от 76 до 108 мм включительно, а раз-

Таблица 1. Линейные размеры кромок разделки образцов деталей трубопроводов для имитации отклонений от регламентированных значений*

Номинальные размеры трубопровода (D×S), мм	Разделка кромок						
	Диаметр расточки $d_р$, мм		Толщина стенки в месте расточки, не менее, мм	Притупление (S – M) при $S_1 = S_2$, мм			
					S_2 – M_2		
	Номинальное значенне	Наибольшее допустимое отклонение		S_1 - M_1	$M_2 = M_1$	$M_2 = M_1 + 1$	$M_2 = M_1 + 1,5$
76 × 7,0	63	+0,23	5,6	$2,3^{+0,4}$	$3,3^{+0,4}$	$3,8^{+0,4}$	$4,2^{+0,4}$
89 × 8,0	74		6,5	$2,7^{+0,3}$	$2,7^{+0,3}$	$3,7^{+0,3}$	$4,2^{+0,3}$
108 × 12,0	88		8,8	$3,0^{-0,3}$	$3,0^{-0,3}$	$4,0^{-0,3}$	$4,5^{-0,3}$

*Примечание. Пояснения условных обозначений размеров S_1, S_2, M_1 и M_2 приведены в [7].

ница между притуплениями обеих кромок не должна превышать 0,5 мм, поскольку сварные соединения деталей трубопроводов, у которых притупление одной из кромок отличается от притупления другой более чем на 0,5 мм, имеют склонность к таким дефектам корневого шва, как нарушения его регламентированной формы, непровары, «проседания» шва с одной его боковой стороны и «утяжины» или несплавления с другой. При этом следует отметить, что в случае применения при сварке деталей металлических трубопроводов с номинальным внешним Ø от 76 до 108 мм режимов сварки модулированным током даже при разнице между притуплениями кромок до 0,75 мм дефекты корневого шва встречаются крайне редко и в большинстве случаев они не были выявлены, а при разнице между притуплениями кромок до 0,60 мм эти дефекты практически полностью отсутствуют;

- исходя из рекомендаций, вытекающих из многолетних исследований в направлении механической обработки деталей из сталей аустенитного класса и производственного опыта такой обработки [13], в случае тонкого внешнего продольного точения и поперечного подрезания деталей из сталей аустенитного класса (например, 08Х18Н10Т) область оптимальных значений скорости резания ограничена диапазоном от 10 до 40 м/мин, значения поправочных коэффициентов $К_М$ и $К_{nv}$ (первый из которых учитывает влияние на скорость резания физико-механических свойств заготовки из коррозионностойкой стали, другой – влияние на скорость резания состояния поверхности этой заготовки) составляют 0,8 и 0,9 соответственно, а значения подачи для чистового точения деталей из жаростойких и нержавеющих сталей – от 0,05 до 0,15 мм/обор.

При разработке торцевателя ТРЦ 108 У3.1 принимались во внимание результаты анализа информации о параметрах, характеристиках и построении лучших мировых образцов оборудования для обработки торцов и кромок, подлежащих сварке деталей трубопроводов. Изучались также присущие этим образцам недостатки [7] и учитывались стремления к унификации основных составных частей отечественного оборудования для механической обработки торцов и кромок деталей металлических трубопроводов перед сваркой.

С учетом всего этого и свойств материалов деталей трубопроводов с номинальным внешним Ø от 76 до 108 мм, подлежащих механической обработке до сварки торцов и кромок, на базе теоретических основ проектирования деталей машин и механизмов и накопленного опыта разработки, конструированя и натурных испытаний опытных образцов торцевателей ТРЦ 38 У3.1 и ТРЦ 76 У3.1 для торцевателя ТРЦ 108 У3.1 была использована кинематическая схема, аналогичная схеме торцевателя ТРЦ 76 У3.1 [7], а также выполнены кинематические и силовые расчеты трансмиссий и механизмов планшайбы этого торцевателя, расчеты прочности и долговечности элементов таких трансмиссий и механизмов и расчеты сил резания. Это обеспечило осуществление выбора необходимых материалов основных частей торцевателя ТРЦ 108 У3.1 и позволило подобрать конструктивные решения относительно его основных составляющих частей, аналогичные тем, которые были приняты при проектировании торцевателя ТРЦ 76 У3.1 [7, 8], в т. ч. относительно внешнего одноразового базирования,

Таблица 2. Основные параметры и характеристики опытных образцов торцевателей ТРЦ 76 У3.1 и ТРЦ 108 У3.1, и некоторых их зарубежных аналогов

Наименование параметра или характеристики	Модель			
	ТРЦ76 У3.1	ТРЦ 108 У3.1	Мангуст-2Т (Россия)	PROTEM PUS40 (Франция)
Наименьший внешний диаметр обрабатываемой трубы, мм	38	76	45	43
Наибольший внешний диаметр обрабатываемой трубы, мм	76	108	120	219
Наибольшая толщина стенки обрабатываемой трубы, мм	7,0	12,0	5,0	16,0
Длина расточки внутреннего диаметра обрабатываемой трубы, не менее, мм	15	20	Опция расточки отсутствует	
Базирование	На внешней поверхности обрабатываемой трубы		Внутреннее	
Способ подачи резцов	Вручную			
Подача резца, не более, мм/обор	0,15		0,20	
Частота вращения планшайбы номинальная, обор/мин.	100	70	70	25
Расход сжатого воздуха во время холостого хода, не более, м³/мин	1,5		1,7	1,6
Масса с приводом, не более, кг	12,6	13,4	9,5	16,0

построения планшайбы, самоцентрирования соосно с продольными осями обрабатываемого трубопровода и механизма базирования. Для осуществления энергообеспечения торцевателя ТРЦ 108 У3.1 с воздушно-маслянной смесью используется унифицированный блок подготовки воздуха (применяемый в торцевателях ТРЦ 38 У3.1, ТРЦ 76 У3.1 и в труборезе разъемном ТТЦ 660 У3.1).

Основные параметры и характеристики опытных образцов торцевателей ТРЦ 76 У3.1 и ТРЦ 108 У3.1, а также некоторых их зарубежных аналогов из числа лучших образцов приведены в *табл. 2*.

Конструктивная схема торцевателя ТРЦ 108 У3.1, построенная с использованием технического решения, приведенного в [8], показана на *рис. 1*.

Исходя из приведенного выше можно сделать следующие выводы.

1. Разработан новый импортозамещающий торцеватель ТРЦ 108 У3.1 для подготовки к сварке неповоротных стыков металлических трубопроводов Ø от 76 до 108 мм энергоблоков АЭС и объектов др. отраслей экономики Украины. Это позволило завершить создание гаммы отечественных современных торцевателей для подготовки к сварке торцов и кромок неповоротных стыков металлических трубопроводов Ø от 14 до 108 мм на базе инновационных унифицированных для всех типоразмеров торцевателей технических решений и основных составляющих частей, а также обусловило возможность полного отказа от импорта оборудования аналогичного назначения. При разработке нового импортозамещающего торцевателя ТРЦ 108 У3.1

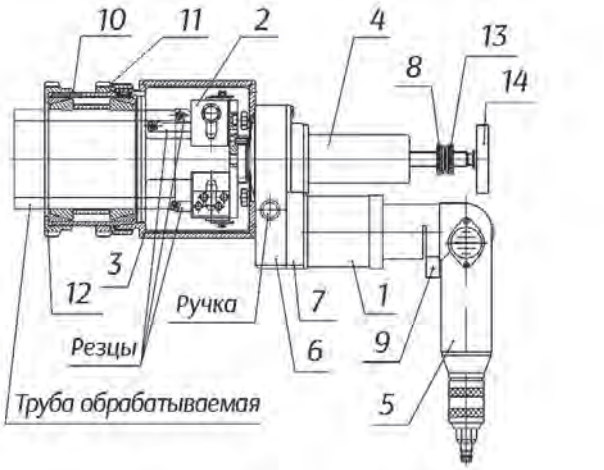


Рис. 1. Конструктивная схема торцевателя ТРЦ 108 У3.1: 1 – редуктор планетарный (унифицированый); 2 – планшайба с установленными на ней держателями, в которых закреплены резцы; 3 – корпус торцевателя соединительный; 4 – узел подачи резцов; 5 – пневмопривод (пневмодвигатель); 6 – корпус торцевателя базовый; 7 – крышка корпуса торцевателя базового; 8 – гайка регулировочная; 9 – винт хомута крепления пневмодвигателя; 10 – механизм зажима; 11 – гайка крепления механизма зажима; 12 – гайка фиксации головки торцевателя; 13 – контргайка; 14 – маховичок механизма подачи

использовался накопленный в ИЭС им. Е.О. Патона и НИЦ СКАЭ опыт проектирования, изготовления, испытаний и опытно-промышленной эксплуатации модернизированных опытных образцов торцевателей ТРЦ 38 У3.1 и ТРЦ 76 У3.1 [7, 8], а также международный опыт создания образцов оборудования аналогичного назначения [14-18] с учетом того, что ранее подобное оборудование в Украине не разрабатывалось и промышленно не изготавливалось.

2. Исследованы и рассмотрены основные вопросы влияния на качество сварных соединений точности подготовки к сварке торцов и кромок деталей неповоротных стыков металлических трубопроводов энергоблоков АЭС Ø от 76 до 108 мм из сталей аустенитного и перлитного классов, а также определены области оптимальных режимов механической обработки этих торцов и кромок.

3. Технические параметры и характеристики торцевателя ТРЦ 108 У3.1, результаты испытаний и опытно-промышленной эксплуатации модернизированных опытных образцов торцевателей ТРЦ 38 У3.1 и ТРЦ 76 У3.1 дают все основания считать, что, в сравнении с лучшими зарубежными образцами торцевателей для подготовки к ручной или автоматической сварке торцов и кромок деталей неповоротных стыков трубопроводов, разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона и НИЦ СКАЭ торцеватели ТРЦ 38 У3.1, ТРЦ 76 У3.1 и ТРЦ 108 У3.1 обеспечивают:

- расширение технологических возможностей оборудования для подготовки к сварке торцов и кромок деталей неповоротных стыков металлических трубопроводов;
- повышение производительности процессов механической обработки торцов и кромок деталей неповоротных стыков металлических трубопроводов за счет возможности одновременного выполнения нескольких операций по механической обработке (торцевание, формирование внешней и внутренней фасок, расточка внутренних диаметров обрабатываемых труб) и упрощение условий контроля внутренних геометрических размеров обрабатываемых труб за счет возможности быстрого подсоединения/отсоединения неподвижного механизма базирования рабочей головки с ее неподвижным корпусом;
- повышение качества и точности подготовки к ручной или автоматической сварке торцов и кромок деталей неповоротных стыков трубопроводов за счет одноразового внешнего базирования и самоцентровки соосно с продольными осями обрабатываемой трубы и механизма базирования;
- упрощение и удешевление технического обслуживания торцевателей за счет максимально возможного использования в них отечественных комплектующих изделий и материалов, максимально возможной унификации узлов и механизмов, и существенного улучшения ремонто-

пригодности этих торцевателей;

- снижение не менее чем в 1,5-2,0 раза себестоимости этих изделий.

4. Испытания и опытно-промышленная эксплуатация опытных образцов отечественных модернизированных инновационных торцевателей ТРЦ 38 УЗ.1 и ТРЦ 76 УЗ.1, а также нового импортозамещающего торцевателя ТРЦ 108 УЗ.1, и дальнейшее освоение их промышленного производства создают необходимые предпосылки для оснащения производственных, монтажных и ремонтных подразделений и предприятий отрасли энергетики и др. отраслей экономики Украины эффективным современным отечественным оборудованием для подготовки к ручной или автоматической сварке торцов и кромок деталей неповоротных стыков металлических трубопроводов, что обусловливает устранение одного из главных факторов, препятствующих широкомасштабному внедрению как отработанных, так и новейших отечественных технологий автоматической сварки неповоротных стыков металлических трубопроводов.

В заключение отметим, что к конструированию образца торцевателя ТРЦ 108 УЗ.1 был привлечен инженер ***В.К. Смоляков*** *(НИЦ СКАЭ), а в испытаниях, исследованиях и осуществлении контроля сварных образцов-имитаторов активное и непосредственное участие приняли инженеры* ***В.Б. Кудряшев*** *и* ***В.Г. Курнишов*** *(ОП «Атомэнергомаш» ГП «НАЭК «Энергоатом»).*

Настоящая работа является инициативным и эффективным продолжением со стороны ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ и НИЦ СКАЭ научно-технического проекта НАНУ (2014): «Відпрацювання процесів підготування неповоротних стиків трубопроводів АЕС діаметром 14-159 мм до автоматичного орбітального зварювання неплавким електродом та створення дослідних зразків імпортозамінюючого обладнання для реалізації цих процесів».

Литература

1. Гриненко В.И., Рощин В.В., Хаванов В.А., Полосков С.И. К вопросу об автоматизации сварки монтажных стыков трубопроводов атомных электростанций. // Технология машин-ия. – 2008. – № 8. – С. 48-51.

2. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положення (ПН АЭ Г-7-009-89) / Госатомэнергонадзор СССР. – М.: Энергоатомиздат, - 1991. – 190 с.

3. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПН АЭ Г-7-010-89) / Госатомэнергонадзор СССР. – М.: Энергоатомиздат, -1991. – 130 с.

4. Рощин В.В., Хаванов В.А., Акулов Л.И., Букаров В.А. Сварка при монтаже оборудования и металлоконструкций реакторных установок. / Сварка в атомной промышленности и энергетике. Труды НИКИМТ. М.: Издат АТ, 2002. - Т.1. – С. 81-118.

5. Белкин А.С., Шефель В.В. Автоматическая аргонодуговая сварка при монтаже трубопроводов АЭС. // Энергетическое строительство. – 1985. – № 11. – С. 43-46.

6. Полосков С.И., Букаров В.А., Ищенко Ю.С. Влияние отклонений параметров режима аргонодуговой сварки неповоротных стыков труб на качество сварных соединений. / Сварка и смежные технологии. Всероссийская научно-техническая конференция. Сб. докладов. – М.: МЭИ (ТУ). – 2000. - С. 22-25.

7. Лобанов Л.М., Махлін Н.М., Смоляков В.К., Свириденко А.О. Обладнання для підготування неповоротних стиків трубопроводів до зварювання. // Наука та інновації. – 2015. – Т. 11. – № 5. – С. 50-67.

8. Лобанов Л.М., Смоляков В.К., Водолазський В.Є., Махлін Н.М. Патент України на корисну модель № 102582. Портативний пристрій для обробки торців та крайок труб при їх підготуванні до зварювання / Опубл. 10.11.2015. – Бюл. № 21.

9. Троицкий В.А. Визуальный и измерительный контроль металлоконструкций и сооружений. / Киев: Феникс, 2012. – 276 с.

10. Махлін Н.М., Коротинський О.Є., Свириденко А.О. Апаратно-програмні комплекси для автоматичного зварювання неповоротних стиків трубопроводів атомних електростанцій. // Наука та інновації, 2013. – Т.9. – № 6. – С. 31-45.

11. Махлин Н.М., Коротынский А.Е., Богдановский В.А., Омельченко И.А., Свириденко А.А. Одно- и многопостовые системы для автоматической сварки неповоротных стыков трубопроводов атомных электростанций. / Автомат. сварка. – 2011. – № 11. – С. 34-44.

12. Троицкий В.А. Краткое пособие по контролю качества сварных соединений. / Киев: Феникс, 2006. – 320 с.

13. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. // М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2. – 944 с.

14. Белоусов А.Н., Чернышев Г.Г. Некоторые вопросы подготовки стыков труб под сварку. / Свароч. пр-во. – 1977. – № 4. – С. 39-41.

15. Волков В.А. Специальное металлорежущее оборудование. / Технология машиностроения. – 2000. – № 5. – С. 6-10.

16. http: //www.protem.fr/

17. http: //www.polysoude.com/

18. http: //www.esab.com/

#1864

Машинный газокислородный резак РГКМ-2-SR «Гном»

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» (Краматорск)

Для подготовки кромок под сварку вертикальных швов и подгонки деталей на монтаже нами используются немецкие полуавтоматы для кислородной резки ZIS-1148. Эти машины перемещаются вдоль обрабатываемой кромки по направляющей, которая крепится к корпусной конструкции на постоянных магнитах.

Для снятия на монтажной площадке фасок под сварку при перемещении горизонтально ориентированного газокислородного резака сверху вниз или в обратном направлении, ЧАО «НКМЗ» приобрел два немецких переносных аппарата для кислородной резки ZIS-1148. Однако, использовать их на заводе без модернизации не представлялось возможным по следующим причинам:

- машины укомплектованы резаками с пределом реза по толщине листа 60 мм, что гораздо меньше необходимых 100 мм; резаки работают на дорогом ацетилене;
- с целью уменьшения опрокидывающего момента относительно магнитных прижимов, ходовая тележка машины в работе расположена очень близко от факела резака и подвергается большим термическим воздействиям.

Сотрудниками ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» совместно со специалистами ОГС ЧАО «НКМЗ» был разработан машинный резак РГКМ-2-SR «Гном», согласованный с машиной «ZIS-1148», испытания которого выявили следующие преимущества:

- продольные оси центрального канала внутреннего мундштука, формирующего режущую струю кислорода, и кожуха резака, фиксируемого в механизме крепления резака на машине, точно совпадают друг с другом, что позволяет ориентировать резак в нужной плоскости с высокой степенью точности;
- высокая чистота поверхности реза при резке по всем диапазонам толщин заготовок, указанных в паспорте на резак;
- высокая скорость резки при сопоставимом расходе энергоносителей по отношению к справочным данным.

На чертеже кислородного резака РГКМ-2-SR (*рис. 1*) видно, что головка резака с мундштуками и задний коллектор с инжектором, смесительной камерой и присоединительными штуцерами выполнен в одном корпусе без присоединительных трубок. Почти полностью отсутствуют паяные соединения. Удачно, по мнению авторов, исполнен инжектор, совмещенный со штуцером для подвода подогревающего кислорода. Массивный корпус хорошо отводит тепло. Резак долговечен. Сравнительные испытания в лабораторных условиях и отработка режимов работы различных резаков позволили выявить их оптимальные характеристики (*табл. 1*).

Внедрение резака для вертикальной резки РГКМ-2-SR расширило диапазон обрабатываемых толщин листа переносными машинами «ZIS-1148» с 60 до 100 мм, повысило надежность вертикальной кислородной резки при снятии фасок под сварку и ее производительность.

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

У резака РГКМ-2-SR рабочая полость между внутренним и наружным мундштуками разбита на пять участков:

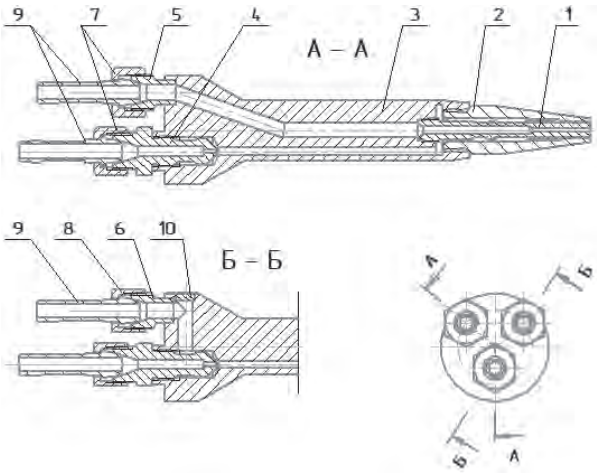


Рис. 1. Чертеж кислородного резака РГКМ-2-SR «Гном»

Таблица 1. Результаты сравнительных испытаний при отработке режимов резки

Параметры	Резак для вертикальной резки	
	ZIS Liliput	РГКМ-2-SR
Толщина разрезаемого металла, мм	60	60-100
Род горючего газа	Ацетилен	Природный газ
Давление, МПа кислорода горючего газа	1,0 0,1	0,75 0,06
Расход, м^3/ч кислорода горючего газа	4,6 0,8	4,5-7,6 1,1-1,3

- коллектор, где поток газовой смеси равномерно перераспределяется по окружности, в центре которой находится канал для режущего кислорода;
- два разгонных участка с коаксиально расположенными шлицами, в них поток газокислородной смеси разгоняется до скоростей, значительно превышающих скорость горения смеси;
- участок в виде радиальной кольцевой щели, которую центральная часть выходящих из шлицевых каналов струй проскакивает, сохраняя свою высокую скорость, а периферийная часть этих струй тормозится до скоростей, близких к скорости горения газокислородной смеси;
- участок с кольцевым выходным каналом, который собирает расположенные поочередно потоки с высокой и низкой скоростью и фокусирует факел резака.

Благодаря такому техническому решению резак работает стабильно, а его факел имеет высокую температуру на большей части своей длины. Техническое решение, использованное в резаке РГКМ-2-SR, защищено патентом [1]. Технические характеристики резака представлены в *табл. 2*.

Общий вид резака РГКМ-2-SR показан на *рис. 1*. Резак состоит из монолитного корпуса 3, в головную часть которого концентрично ввернуты мундштук внутренний 1 и мундштук наружный 2. С противоположной стороны в корпус 3 впаяны штуцер 5 для режущего кислорода с накидной гайкой 7 М12х1,25 и ниппелем 9 Ду6 и штуцер 6 горючего газа с накидной гайкой 8 М12х1,25 LH и ниппелем 9 Ду6, и ввернут инжектор 4, совмещенный со штуцером для подвода подогревающего кислорода. На инжектор накручена накидная гайка 7 М12х1,25 с ниппелем 9 Ду6.

В корпусе 3 выполнены каналы, соединяющие штуцер 5 режущего кислорода с мундштуком внутренним 1 и инжектор 4 с мундштуком наружным 2. В канале для подвода горючей смеси предусмотрена технологическая пробка 10.

Таблица 2. Технические характеристики резака РГКМ-2-SR

Толщина разрезаемого металла, мм		3-10	10-30	30-50	50-100
Мундштук внутренний, №		0	1	2	3
Давление на входе, МПа	кислорода	0,6			
	горючего газа	0,06			
Расход, не более, м³/час	кислорода	1,9	3,2	4,7	7,6
	природного газа	0,75	0,9	1,1	1,3
	пропан-бутана	0,43	0,53	0,65	0,77
Присоединительная резьба на штуцерах	кислорода	М12х1,25			
	горючего газа	М12х1,25LH			
Масса резака, не более, кг		0,5			
Длина резака, не более, мм		160			

Численные значения расчетных параметров (диаметры отверстий: инжектора $d_и$, смесительной камеры $d_{ск}$, канала для режущего кислорода внутреннего мундштука $d_{кр}$ и диаметры кольцевой щели выходного канала – внутренний $d_{вых}$ и наружный $D_{вых}$) представлены на чертежах соответствующих деталей.

Органы управления резаком (вентильный блок) входят в состав механизма перемещения резака.

Перед началом работы необходимо проверить:

- герметичность присоединения рукавов, всех разъемных и паяных соединений;
- наличие разрежения (инжекции) в канале горючего газа.

Затем устанавливается необходимое рабочее давление газов в соответствии с *табл. 2*.

Приоткрывают вентиль подогревающего кислорода, а затем вентиль горючего газа, и после кратковременной продувки зажигают горючую смесь и регулируют пламя. Выключение резака производят в обратном порядке: горючий газ, кислород.

При возникновении внутреннего горения (гашение пламени после хлопка, сопровождающееся характерным свистом) немедленно закрывают вентили горючего газа и кислорода, а затем вентили на баллонах или газоразборных постах. Отсоединяют рукава и осматривают резак. При повреждении резака или наличии копоти на входных штуцерах, необходимо сдать резак в мастерскую для ремонта.

Сменные внутренние мундштуки устанавливают в условиях мастерской с последующей центровкой кольцевого канала смеси.

Детали резака, имеющие расчетные каналы, представлены на *рис. 2 – 5*.

Промышленные испытания резака РГКМ-2-SR для вертикальной резки проводились на монтажной площадке механосборочного цеха ЧАО «НКМЗ» при снятии фасок под сварку секций барабана шахтоподъемной машины. Толщина листа в месте реза – 40 мм. Угол V-образной разделки под сварку равен 60 °. Толщина заготовки в плоскости реза – до 60 мм.

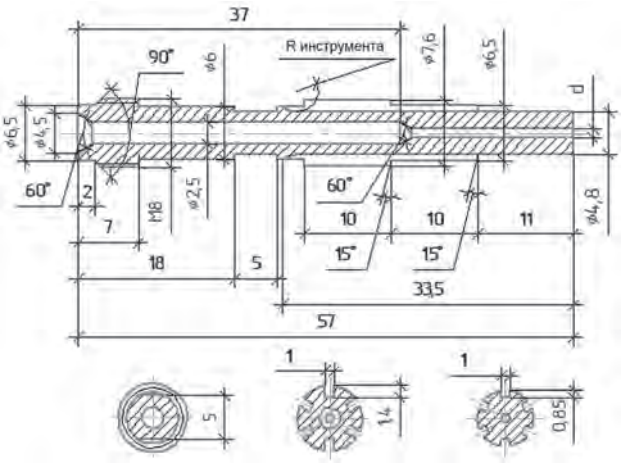


Рис. 2. Мундштук внутренний

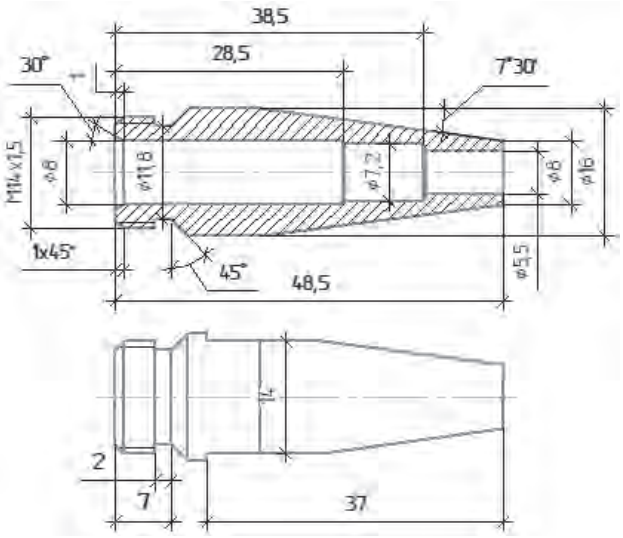


Рис. 3. Мундштук наружный

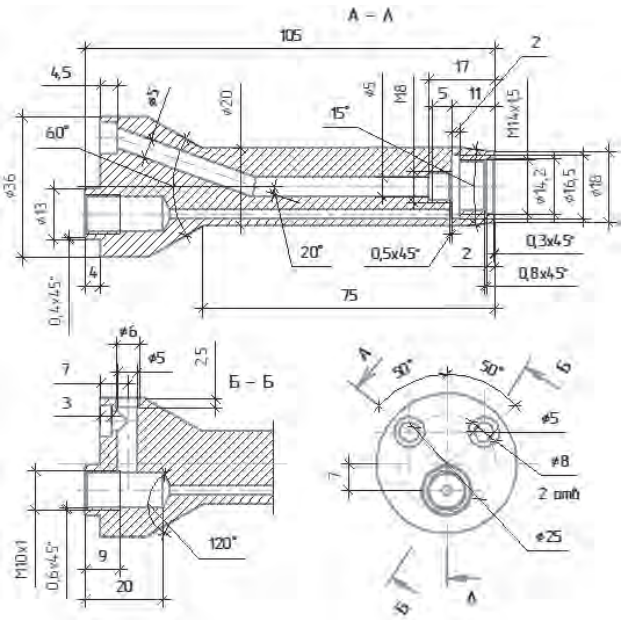


Рис. 4. Корпус резака

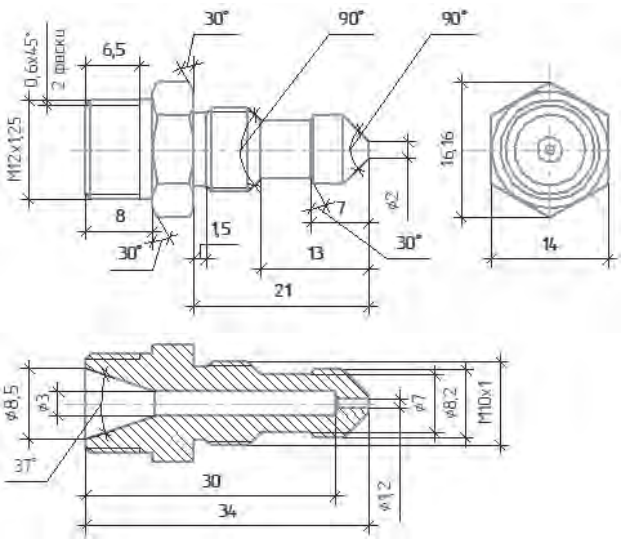


Рис. 5. Инжектор

Рис. 6. Испытания резака РГКМ-2-SR на горение перед установкой на обрабатываемое изделие

Рис. 7. Секции барабана шахтоподъемной машины с установленными полуавтоматами на магнитных присосках для вертикальной резки, подготовленные к кислородной резке фасок под сварку

Рис. 8. Процесс нагрева кромки перед началом резки. Движение резака в процессе резки происходит снизу-вверх

Рис. 9. Процесс кислородной резки при снятии фасок под сварку

Испытания резака РГКМ-2-SR на горение перед установкой на обрабатываемое изделие показаны на *рис. 6*.

Секции барабана шахтоподъемной машины с установленными полуавтоматами на магнитных присосках для вертикальной резки, подготовленные к кислородной резке фасок под сварку, представлены на *рис. 7*.

Процесс нагрева кромки перед началом резки показан на *рис. 8*. Движение резака в процессе резки происходит снизу-вверх.

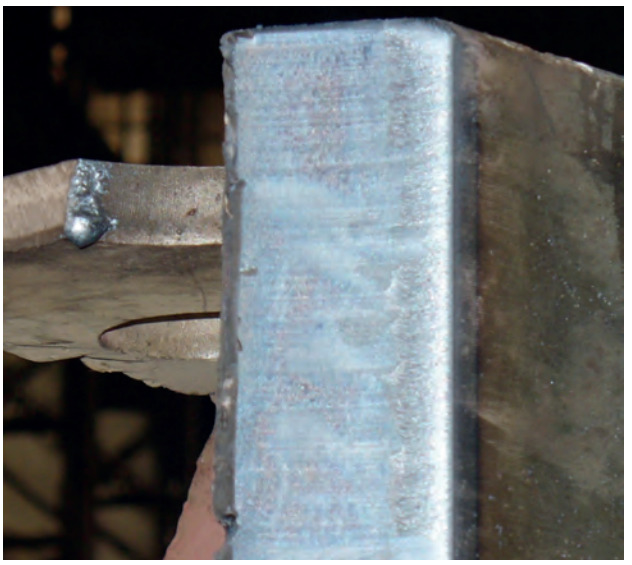


Рис. 10. Качество поверхности реза при снятии фасок под сварку на монтажной площадке при использовании машинного резака РГКМ-2-SR

Представление о процессе кислородной резки при снятии фасок под сварку можно получить из *рис. 9*.

Качество поверхности реза можно увидеть на *рис. 10*.

Литература

1. Пат. 29654 UA, МПК В 23 К 7/00. Газокисневий різак / Ю.Н. Лисенко, В.М. Литвинов, С.А. Чумак, Є.К. Цвентух, С.Л. Василенко, О.І. Коровченко, С.Г. Красільніков. – № u200709167; заявл. 10.08.2007; опубл. 25.01.2008, Бюл. № 2.

#1865

Новая линейка оборудования ЭСАБ для частного применения

Компания ЭСАБ расширяет ассортимент оборудования для частного применения и объявила о старте продаж новой линейки сварочных аппаратов: HandyArc 140i / 160, LHN 200i Plus и LHN 250i Plus.4.

Область их применения: учебные заведения; мастерские; гражданское строительство; общее производство; мелкий ремонт; хобби.

HandyArc 140i / 160i. HandyArc – это линейка сверхпортативных сварочных аппаратов, которые идеально подходят для слесарных работ, ремонта и техобслуживания. Аппараты весят 3 кг, могут поместиться на ладони, работают от 220 В и обеспечивают: высокое качество сварки электродом; легкое зажигание дуги, в т.ч. электродами с основным покрытием; сварку всех видов материалов – углеродистая и нержавеющая сталь, алюминий; высокую производительность – в аппарате HandyArc 140i применяются электроды диаметром до 2,5 мм с возможностью сварки в непрерывном режиме, а в аппарате HandyArc 160i - электроды диаметром до 3,25 мм; рекомендуемая марка электродов - OK 46.00; турбо-охлаждение – эффективная вентиляция гарантирует, что сварочный аппарат сможет работать весь день; имеют простую и удобную панель управления; надежность- классификация по IEC 60.974-1 гарантирует, что аппараты были испытаны и одобрены в соответствии с процедурами самых строгих мировых стандартов на сварочные испытания.

LHN 200i Plus и *LHN 250i Plus*. Конструкция этих аппаратов имеет высокую прочность, мощность, надежность и др. характеристики, которые облегчают работу, напр., цифровую панель индикации, длинные сварочные кабели и ручки для переноса аппаратов. У них большая мощность при сохранении компактности и малого веса.

У модели LHN 200i Plus большой рабочий цикл при 200 А с эффективностью до 40 %; модель LHN 250i Plus также имеет большой рабочий цикл при 250 А с эффективностью до 60 %; что дает возможность этим моделям работать целый день.

Функция «Arc Force» («Форсаж дуги») и «HotStart» («Горячий Старт») – автоматическая функция для лучшего зажигания дуги, которая не дает электроду прилипать к свариваемой детали и обеспечивает оптимальную стабилизацию дуги.

www.esab.de

#1866

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 337 или e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 205 26 07, м. (050) 331 56 65. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Расскажите, пожалуйста, о склеивании различных пластмасс между собой и с металлами.

Хома А. *(Кривой Рог)*

Все пластмассы, независимо от их химической природы, полярности, способа обработки поверхности и т. п., могут быть склеены затвердевающимися при обычных температурах полиуретановыми и эпоксидными клеями. Однако соединения, выполненные клеями холодного отверждения, могут оказаться недостаточно прочными в условиях эксплуатации, при повышенных температурах и высокой влажности. Применение нагревания позволяет расширить ассортимент клеев для склеивания пластмасс и обеспечить надежность работы клеевых соединений. Для склеивания при повышенных температурах, кроме полиуретановых и эпоксидных клеев, пригодны также фенолополивинилацетальные композиции (типа БФ, ВС 0Т, ВС-350). Пластмассы на основе термореактивных полимеров (феноло- и карбамидоформальдегидных, меламиновых, полиэфиров, эпоксидов, полиуретанов и др.), как правило, хорошо склеиваются термореактивными клеящими композициями. Предлагается использование цианакрилатных, фурановых клеев и клеев на основе различных синтетических каучуков.

В некоторых случаях пластмассы на основе термопластичных полимеров (поливинилхлорида, полистирола, эфиров акриловой и метакриловой кислот и др.) хорошо склеиваются без нагревания (с образованием равнопрочных с материалом соединений) с помощью растворителей или клеев, представляющих собой растворы полярных линейных полимеров в растворителях или мономерах.

Склеивание материалов на основе термопластичных полимеров. Для склеивания растворимых в органических растворителях термопластов очень часто применяют растворители. В процессе обработки соединяемых поверхностей растворителем или смесью растворителей происходит их размягчение. Соединение размягченных участков при небольшом давлении обеспечивает прочность склеивания, равную прочности соединяемых материалов. Наряду с растворителями в качестве клеев применяются растворы склеиваемых полимеров, что позволяет обеспечить необходимую вязкость клея и способствует устранению неоднородности клеевого шва.

Склеиваемые поверхности должны быть чистыми, сухими и хорошо подогнанными друг к другу. Клей наносят так, чтобы размягчение произошло по всей поверхности и на достаточную глубину. Клей можно наносить кистью, шприцем, распылять его, наносить методом погружения. Выдержка под давлением должна продолжаться до образования твердого клеевого слоя; только после этого можно производить механическую обработку и отделку склеенных деталей.

Чтобы обеспечить необходимую прочность соединения, иногда применяют армирование поверхности пластиков тканями путем приплавления или приклеивания их с помощью растворителей или клеев. Описано получение прочных клеевых соединений при плазменной обработке термопластов. Известен способ подготовки поверхности термопластичных материалов перед склеиванием путем нанесения на их поверхность, нагретую до температуры размягчения, слоя порошкообразного металла – чугунных или стальных опилок и др. способы.

Для соединения полиэтилена, который относится к так называемым «инертным» материалам и плохо поддается склеиванию, известны два принципиально отличных друг от друга способа. Первый способ – это использование специальных клеев, обладающих адгезией к полиэтилену. Второй – обработка поверхности полиэтилена с целью придания ей полярности и последующее склеивание обработанного материала с помощью обычных клеев. Для склеивания первым из указанных способов можно использовать растворы некоторых полимеров в растворителях, вызывающих набухание полиэтилена. В этом случае предварительной обработки поверхности не требуется, клей наносят обычным способом и после удаления растворителя склеиваемые детали складывают и выдерживают под давлением без нагревания. Полиэтилен, предварительно обработанный при 60 °С раствором синтетического каучука в четыреххлористом углероде, трихлорэтилене, бензоле или толуоле, склеивается резиновыми клеями. Адгезионные свойства полиэтилена улучшаются также в результате обработки растворителями.

Способы обеспечивающие изменение полярности поверхности полиэтилена более эффективны. Одни сводятся к обработке материала газообразной закисью азота и хромовой кислотой. Наибольший интерес представляет последний из перечисленных реагентов. Для обработки используют смесь, состоящую из 75 вес. ч. двухромовокислого калия и 1500 вес. ч. серной кислоты, растворенных в 120 вес. ч. дистиллированной воды. После обработки в ванне указанного состава (при нормальной или повышенной температуре), промывки холодной водой и сушки полиэтилен приобретает способность склеиваться фенолокаучуковыми, резорциноформальдегидными, полиуретановыми и др. клеями, температура отверждения которых лежит ниже температуры размягчения полиэтилена. Полиэтилен, обработанный хромовой кислотой в течение 1-2 с при 120 °С, может быть склеен эпоксидными, полиуретановыми или метакриловыми клеями. Полипропилен, а также полиэтилен, поверхность которых предварительно обработана хромовой кислотой, в течение 1 мин при 73 °С, могут быть склеены эпоксидно-полисульфидным клеем.

Вполне удовлетворительные результаты получаются при склеивании обработанного полиэтилена со сталью. Для улучшения адгезионных свойств полиэтилена его обрабатывают в атмосфере инертного газа (аргон, неон или гелий). С этой же целью предложено обрабатывать полиэтилен кратковременно пламенем при 1090–2760 °С, растворителями (трихлорэтиленом, толуолом и др.), а также опескоструивать. Полипропиленовые пленки для повышения их адгезии можно обрабатывать коронным разрядом. Эффективна также обработка полиолефинов с помощью УФ-излучения. После такой обработки их можно склеивать различными клеями. Разработан клей для полиэтилена, в состав которого введен хромовый ангидрид; в качестве растворителя используется бензол.

Склеивание фторорганических полимеров. Для склеивания фторорганических полимеров и полиэтилена используют специальные клеи либо обрабатывают материал для создания на его поверхности активных функциональных групп и затем склеивают обычными клеями. Для склеивания политетрафторэтилена, политрифторхлорэтилена и его сополимеров, а также фторсодержащих резин предложено использовать растворы фторорганических полимеров в органических растворителях, содержащие активирующие добавки. Так называемое временное склеивание (например, для облегчения монтажа изделий) может быть выполнено с помощью раствора полиизобутилена в толуоле или бензине. Прочность такого соединения при отслаивании составляет около 0,4 кгс/см^2.

Склеивание поливинилхлорида. Для склеивания непластифицированного поливинилхлорида могут применяться растворители и клеи, представляющие собой растворы поливинилхлорида или перхлорвиниловой смолы в органических растворителях – дихлорэтане, трихлорэтилене, метиленхлориде и др. Поверхность материала перед склеиванием обрабатывают шкуркой и обезжиривают ацетоном или хлорированным углеводородом. Клеи наносят обычными способами с помощью кисти или ролика. При склеивании пластифицированного поливинилхлорида, в частности различных декоративных и облицовочных материалов на его основе, применяют резиновые клеи (например, 88Н, 88НП), полиуретановые (ПУ-2 и др.), водные клеящие композиции на основе каучуков или поливинилхлорида, а также растворы некоторых полимеров в органических растворителях. Весьма важно, чтобы в процессе склеивания пластификатор из склеиваемого полимера не проникал в клеевой слой.

Склеивание органического стекла. Клеевые соединения органического стекла получили распространение при изготовлении деталей остекления самолетов и автомашин, в приборостроении, в производстве товаров широкого потребления, различных украшений и т. д. Широко применяются также процессы склеивания органического стекла с прозрачными пленками из синтетических материалов при производстве двойных стекол в авиационной и автомобильной промышленности, а также при соединении органического стекла с лентами из полиамидного, акрилонитрильного и др. синтетических волокон в так называемом «мягком» (безболтовом) креплении фонарей самолетов. Основная трудность склеивания органического стекла состоит в чувствительности этого материала к органическим растворителям, вызывающим образование на его поверхности микротрещин («серебра»). Тем не менее, большое распространение на практике получил процесс склеивания оргстекла с помощью растворителей или клеев, представляющих собой растворы полиметилметакрилата в органических растворителях. Так, например, органическое стекло склеивают 2-5 %-ным раствором его в дихлорэтане). Склеивание производится при температуре воздуха не ниже 15 °С. Основные виды клеевых соединений оргстекла – это соединения внахлестку, на-ус и встык с односторонней накладкой. Перед склеиванием поверхность оргстекла обезжиривают мягкой хлопчатобумажной тканью, смоченной в бензине. Клей наносят на обе склеиваемые поверхности щетинной кистью, равномерным движением в одну сторону. Для предохранения несклеиваемой поверхности оргстекла ее защищают от брызг и паров дихлорэтана липкой лентой, бумагой или защитной пленкой. Не позже чем через 2 мин после нанесения раствора склеиваемые поверхности должны быть соединены. Закрытая выдержка (от начала сборки до запрессовки) должна

быть не более 30 мин. Запрессовку осуществляют в рычажных, пневматических, гидравлических или винтовых прессах, струбцинами или пневмошлангами, создавая давление в пределах 0,5-1,4 кгс/см^2 при толщине материала 1,5-3 мм и 2-5 кгс/см^2 при толщине более 3 мм.

Во избежание повреждений оргстекла при склеивании надо обязательно пользоваться прокладками или бумагой, поверх которых накладывают прокладки из резины толщиной 2-4 мм. Выдавившийся после запрессовки избыток клея, необходимо немедленно удалить сухой мягкой тканью. Для предотвращения действия паров растворителя на поверхность органического стекла рекомендуется обдувать склеенные швы сухим чистым воздухом или производить местный отсос паров дихлорэтана. Склеенные детали должны быть выдержаны под давлением при 15 °С в течение не менее 4 ч, а после снятия давления, перед дальнейшей механической обработкой, не менее 18 ч.

Аналогичным образом склеивают оргстекло и др. клеями, представляющими собой растворы полиметилметакрилата в метилметакрилате, ледяной уксусной кислоте, муравьиной кислоте, хлоргидрине и т. п. Надежны в работе при температурах до 100 °С клеевые соединения органического стекла на клеях ПУ-2, ПУ-2Б, В31-Ф9, ВС10-ТМ. Клей В31-Ф9 при склеивании оргстекла должен иметь начальную вязкость 40-60 с, жизнеспособность при 20 °С 3,5-5 ч.

Склеивание полиэтилентерефталата. В качестве клеящих материалов, для соединения полиэтилентерефталатной пленки, были предложены сополимеры этиленгликоля с терефталевой и себациновой кислотами. Лучшие результаты получены при склеивании пленок клеем на основе сополимера ТФ-60, изготовленного из 60 % терефталевой кислоты и 40 % себациновой кислоты. Для склеивания пленок рекомендуется применять 4 %-ный раствор сополимера ТФ-60 в метиленхлориде. Раствор наносят мягкой кистью на обе склеиваемые поверхности и выдерживают на воздухе в течение 3-5 мин до полного улетучивания метиленхлорида, после чего пленки складывают и прокатывают нагретым роликом при 150-170 °С и давлении 1-1,5 кгс/см^2 со скоростью около 1-2 м/мин. Склеивать пленку можно внахлестку или встык. Прочность при сдвиге клеевых соединений составляет не менее 80 % от прочности склеиваемой пленки. Теплостойкость клеевого шва около 100 °С. Клеевой шов масло- и водостоек. Для склеивания полиэтилентерефталата может быть использована также лента, получаемая путем нанесения сополимера ТФ-60 на различные подложки. Ленту прокладывают между склеиваемыми пленками и прокатывают горячим роликом. Более теплостойкие соединения образует пленка РС-79, представляющая собой полиэтилентерефталатную пленку в виде ленты толщиной 10-12 мкм, покрытую специальным раствором, способствующим снижению температуры плавления пленки до 160 °С. Ленту прокладывают между соединяемыми поверхностями и нагревают до 160-165 °С с помощью электророликов, сварочных машин и т. д. Образующийся клеевой шов прозрачен, эластичен, характеризуется высокой прочностью. Клеевые соединения работают в интервале температур от -150 до +150 °С. Для склеивания полиэтилентерефталатной пленки с металлами, органическим стеклом, стеклотекстолитом, пластмассами и тканями может быть использован бензиновый раствор силиконового каучука СКТ. Склеивание производят при комнатной температуре практически без давления. Перед склеиванием на поверхность соединяемых материалов наносят подслой П1, представляющий собой смесь кремний-органических соединений. Металлические поверхности перед нанесением подслоя обрабатывают специальной протирочной пастой. При склеивании полиэтилентерефталатной пленки с неметаллическими материалами вместо подслоя П1 используют аналогичный ему продукт Т. На подслой П1 или Т поочередно наносят растворы каучука СКТ № 1 и № 2 в органических растворителях (раствор № 1 содержит этилсиликат, раствор № 2 – катализатор). После нанесения раствора № 1 поверхность просушивают в течение 1 ч, раствор № 2 – в течение 5 мин. Затем склеиваемые детали соединяют и выдерживают в течение суток при комнатной температуре. Соединения теплостойки, обладают высокой прочностью и устойчивы к действию воды. Для склеивания полиэтилентерефталатной пленки с металлами, в частности с медной фольгой, разработаны клеи на основе терефталевой, изофталевой и 2,5-фурандикарбоновой кислот. Рабочая температура клеевых соединений находится в пределах ±150 °С. Предложено использовать алифатические амиды или аминимиды в качестве веществ, повышающих прочность склеивания полиэтилентерефталатной пленки с каучуками эпоксидными и резорциноформальдегидными клеями.

Склеивание полиамидов. Полиамиды обычно склеивают между собой раствором данного полиамида в смеси спирта и фенола. При склеивании с др. материалами, в частности с металлами, поверхность полиамида сначала склеивают тканью этим же раствором так, чтобы ткань не имела сквозной пропитки. После просушивания полиамид склеивают с др. материалами различными пригодными для данного изделия клеями. Можно склеить тканью металл, а затем с помощью раствора фенола в спирте приклеить полиамид. Для склеивания полиамидов с др. материалами применяют также клей ПУ-2. Однако прочность клеевых соединений капролона, выполненных спиртовым раствором фенола, в 1,5 раза выше прочности соединений на клее

ПУ-2. При склеивании клеем ПУ-2 с нагреванием прочность клеевых соединений повышается. Для склеивания полиамидов и полиуретанов применяют полиуретановые клеи, а также растворы полиамидов и полиуретанов в муравьиной кислоте или саму муравьиную кислоту.

Склеивание полимеров и сополимеров стирола и других термопластических материалов. Полистирольные пластики склеивают при комнатной температуре клеем ПУ-2. Склеивать сополимеры с декоративным поливинилхлоридным материалом павинол рекомендуется клеем ВК-П. Для склеивания полимеров и сополимеров стирола предложена композиция, состоящая из раствора полистирола или его сополимера в хлор-стироле, винилтолуоле или др. активном растворителе, содержащем органическую перекись и смесь кобальтовых или цинковых солей карбоновой кислоты в качестве ускорителя. Полиацетали (типа Делрин) предложено склеивать композицией, состоящей из хлорированного растворителя, содержащего кизельгур, диоксану и гстолуол-сульфокислоты. Полиуретаны хорошо склеиваются с различными материалами эпоксидными, фенолорезорциновыми и др. термореактивными клеями. Полиформальдегид предложено склеивать с металлами с помощью клеев на основе нитрильного каучука, эпоксидно-полиамидных и полиэфирных клеев. Для склеивания поликарбонатов могут быть применены цианакрилатные или изоцианатные клеи. Адгезия некоторых термопланов может быть повышена с помощью N-замещенного амида и амида малеиновой кислоты, содержащих карбоксильные группы. Для склеивания полиамидных пленок предложено использовать кремний-органическую композицию Виксинт У-2-28. Предварительно поверхность пленки должна быть обработана специальным аппретом. Нанесение аппрета и склеивание производятся при комнатной температуре. Полиамидные пленки ПМ и ПМ-4, склеенные таким способом, обладают высокой прочностью и стойкостью к действию повышенных температур и условий тропического климата. Для приклеивания полиамидных пленок к металлической фольге предлагается прокатывать пленку вместе с фольгой с последующим спеканием при 121-400 °С. Склеивать пенопласты ПС, ПС-4, ПВХ, ФК-20, ФК-40, ФФ и др. между собой, с текстолитом или древесными материалами рекомендуется клеями ВИАМ Б-3 или ПУ-2. Пенопласты с металлами и стеклотекстолитом лучше всего склеивать клеями БФ-2 и ВИАМ Б-3, причем клей БФ-2 наносят в качестве подслоя на металл или стеклотекстолит. При склеивании пенопластов ПВХ, ФК-20, ФК-40, ФФ и ПС должен применяться клей ВИАМ Б-3, приготовленный на ацетоне, при склеивании пенопласта ПС-4 следует использовать клей ВИАМ Б-3, в котором растворителем является спирт. Расход клеев БФ-2 и ВИАМ Б-3 на каждый слой должен составлять 150-200 г/м^2; для пенопластов ФК-20, ФК-40 и ПС-4 расход клея может быть увеличен до 300-350 г/м^2 в зависимости от пористости поверхности. При склеивании стеклопластиков между собой целесообразно (но не обязательно) применять клеи, по химической природе близкие к связующему в стеклопластиках. Поверхность заготовок из стеклопластиков, подлежащих склеиванию, необходимо очистить от пленок целлофана или смазок, которые использовались при формовании изделий в качестве антиадгезивов для предотвращения прилипания изделия к форме. Пленка целлофана сравнительно легко удаляется после смачивания поверхности водой, следы кремний-органической смазки можно удалить обработкой бензином. На подготовленную (шероховатую) поверхность стеклопластика равномерно наносят клей. Рекомендуемые технологические режимы склеивания стеклопластиков отечественными клеями приведены в *табл. 1*. Клеи БФ-2, ВИАМ Б-3, Эпоксид П и Пр пригодны для склеивания изделий, работающих при сравнительно невысоких температурах (60-80 °С). Клеи ВС 0Т, ВК-32-200 и ВС-350 пригодны для эксплуатации при 200-300 °С. Этими клеями можно склеивать не только стеклопластики друг с другом, но и с др. материалами. Прочность при сдвиге клеевых соединений стеклотекстолита обычно составляет 60-150 кгс/см^2 (при комнатной температуре). При склеивании стеклопластиков и изделий из них могут быть использованы также полиэфирные клеи и применен высокочастотный метод нагревания, а также др. клеи и способы склеивания.

Склеивание пластмасс с металлами. Пластмассы с металлами рекомендуется склеивать полиуретановыми, эпоксидными, фенолополивинилацетальными и фенолокаучуковыми клеями. Обработка поверхностей перед склеиванием производится обычно способами, принятыми для пластмасс и металлов. Представляет интерес способ склеивания металлов с пластмассами и древесными материалами, отверждающимися при комнатной температуре клеями типа ВИАМ Б-3 с применением подслоя на клее БФ-2, который предварительно наносят на металлы или неметаллические материалы типа стеклотекстолита и высушивают при нагревании.

Информация подготовлена по материалам справочников по склеиванию пластмасс.

#1867

ПРОФЕСІЙНЕ ЗВАРЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ
ВІД УКРАЇНСЬКОГО ВИРОБНИКА

ВДІ-315 PRO
MMA/TIG/MIG/MAG

МФІ-250 MultiPRO
MMA/TIG/MIG/MAG

АДІ-200 PRO AC/DC
TIG/MMA

ДЗЗУ ім. Є.О.ПАТОНА з 1959 р.

ПАТОН®

PATON.UA

вул. Новопирогівська, 66, Київ, Україна, +38 (044) 259-40-00, office@paton.ua

Обновленная линейка сварочных аппаратов MasterTig - универсальность сварки для профессионалов

Серия сварочных аппаратов MasterTig - достаточно знакомая и привычная для сварщиков в ассортименте оборудования от финского производителя с мировым именем Kemppi OY. В 2019 г. компания анонсировала выпуск полностью обновленной линейки MasterTig, аппараты которой были не только модернизированы, но и созданы совершенно новые модели, выполняющие как сварку TIG переменного и постоянного тока, так и ММА (*рис. 1*). Они обеспечивают силу тока до 230 и 300 А, а в 2020 г. появятся модели с мощностью 400 и 500 А. Более того, модульная конструкция аппаратов позволяет адаптировать MasterTig к потребностям пользователя: сварщик может выбрать различные панели управления, беспроводные пульты дистанционного управления и параметры транспортировочной тележки, а также персонализировать заставку, загрузив логотип своей компании или любимое изображение. Новые сварочные аппараты MasterTig прошли значительный уровень трансформации и усовершенствований, в сравнении со своими предшественниками, что позволяет говорить о новом уровне удобства и энергоэффективности презентуемой линейки.

Сварочный аппарат, оптимизированный специально для вас.

Оборудование MasterTig создавалось с учетом потребностей обычного сварщика – чтобы даже начинающий специалист мог без проблем управлять аппаратом и качественно выполнять свою работу. Правда, сами аппараты обычными назвать сложно. Модульная конструкция обновленных MasterTig позволяет подобрать сварочный аппарат, который идеально соответствовал бы требованиям каждого специалиста. Есть выбор моделей для сварки с разными: максимальной силой тока, пользовательским интерфейсом, вариантами дистанционного управления, транспортных тележек и горелок (*рис. 1*). Еще одно из преимуществ – 99 каналов памяти, которые дают возможность сохранять параметры конкретного задания сварки и значения технологических карт - специалист может свободно копировать, удалять или обновлять сохраненную в памяти информацию.

Рис. 1. Новый флагман на рынке сварочных аппаратов TIG переменного и постоянного тока – MasterTig задает новые стандарты качества сварки, практичности и энергоэффективности

Weld Assist обеспечивает продуктивную сварку.

Настройка параметров сварочного задания при сварке TIG - трудоемкая задача, особенно для специалистов с небольшим опытом. MasterTig упрощает настройку оборудования для всех сварщиков, т. к. имеет тщательно продуманный пользовательский интерфейс и опцию Weld Assist, напоминающую работу мастера. Она дает подсказки и инструкции по настройке: стоит выбрать материал, толщину, тип соединения и положение сварки - и Weld Assist установит оптимальные параметры для необходимой задачи (*рис. 2*). Система порекомендует также оптимальный размер электрода, параметры присадочной проволоки и подачи газа, тип разделки кромок, нужное движение электрода и скорость перемещения.

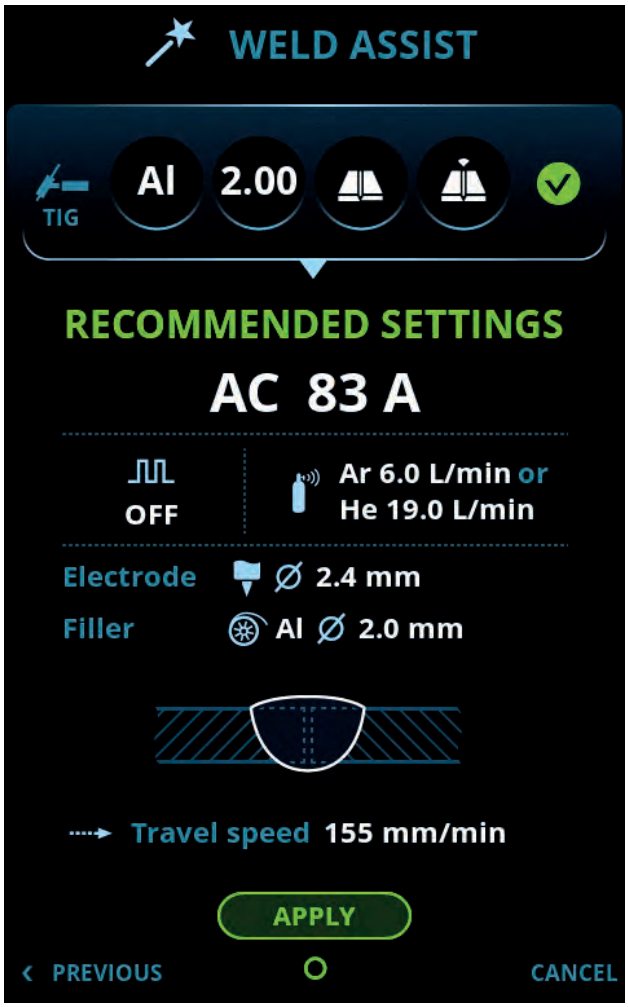


Рис. 2. Weld Assist – надежный помощник сварщика при выборе оптимальных параметров для выполнения необходимых сварочных задач

Рис. 3. Двухимпульсная сварка: скорость сварки повышается на 30%, тепловложение уменьшается на 20%

Функции повышения продуктивности и оптимизации TIG сварки.

В MasterTig реализовано несколько высокотехнологичных функций для оптимизации сварки TIG. Например, MicroTack - функция выполнения быстрого и точного прихваточного шва при сварке TIG постоянным или переменным током. Она идеально подходит для выполнения нескольких прихваточных швов на тонких листах металла подряд, когда очень важен внешний вид сварочного шва. MicroTack позволяет создавать точные прихваточные швы с минимальным тепловложением.

Double Pulse сочетает альтернативные циклы импульса, повышающие скорость сварки до 30 %, с уменьшением тепловложения на 20% (*рис. 3*). Снижая уровень деформации и себестоимость сварки, Double Pulse идеально подходит как для ручной сварки постоянным током, так и для механизированной, одновременно обеспечивая отличный внешний вид сварного шва.

В MasterTig реализована также технология Optima AC - форма кривых при сварке TIG переменным током со сниженным уровнем шума. Эта уникальная форма кривых объединяет все преимущества традиционных синусоидальных и квадратных форм и вносит в процесс сварки переменным током частичку магии. Эта функция способствует снижению уровня шума при сварке TIG переменным током до 20 %, так что сварщик может просто сконцентрироваться на качестве.

Это лишь некоторые из большого числа усовершенствований, реализованных в новой линейке MasterTig от Kemppi. Техническое совершенство и простоту использования этого оборудования нужно оценить самостоятельно, поэтому специалисты ООО «Саммит» - авторизованного дистрибьютора KEMPPI OY в Украине, приглашают посетить стенд компании на XVIII Международном промышленном форуме в МВЦ, Киев, с 19 по 22 ноября 2019 г.

Публикуется на правах рекламы

 # 1868

SAMMIT Welding Technologies
ООО «Саммит»
официальный представитель Kemppi OY
49089, г. Днепр, ул. Суворова, 35
Тел./факс: +38 (056) 767–15–77, т. (067) 561–32–24
e-mail: office@sammit.dp.ua, dnepr@kemppi.in.ua
www.sammit.dp.ua, www.kemppi.in.ua
KEMPPI

Зварювання під відкритим небом

Сільськогосподарська техніка – трактори, комбайни, сіялки та інші – щодня піддається негативному впливу різних чинників, зокрема, бруду, вітру та погоди. Саме тому уникнути їх зношування та виходу з ладу неможливо. А отже неможливо уникнути і ремонту просто неба, який сам собою є неабияким викликом. Щоб забезпечити належне обслуговування техніки в будь-якій ситуації, технікам і фермерам потрібні надійні, портативні та максимально універсальні зварювальні системи.

Навіть за сприятливих умов, тобто в приміщенні із стабільним енергопостачанням, виконання якісного шва вимагає від зварювальника великого практичного досвіду. Якщо ж роботу ускладнюватимуть інші чинники, наприклад, відсутність енергопостачання, несприятлива місцевість або сам характер зварювального завдання, успішний ремонт стане в принципі неможливим за відсутності зварювальної системи, що відповідає надзвичайно специфічним вимогам. Саме для таких випадків компанія Fronius розробила декілька надійних, потужних і портативних систем із інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом. Серед них можна згадати, зокрема, TransSteel, TransPocket і AccuPocket.

Всі три джерела живлення мають надзвичайно простий і зрозумілий інтерфейс, а цифрова система керування дає їм можливість створювати стабільну зварювальну дугу, без якої неможливо забезпечити надійну відтворюваність результату. Завдяки оновленням програмного забезпечення користувачам з часом стануть доступними нові або досконалі процеси управління зваркою, причому їм не доведеться витрачати кошти на придбання нових систем. Інші важливі переваги цих пристроїв – довговічність і надійний захист від водяних бризок (клас захисту відповідає рівню IP 23). Компанія Fronius випробовує свою продукцію на довговічність за допомогою спеціальних програм, вимоги яких набагато перевершують ті, які закладені у відповідних стандартах, що діють.

AccuPocket і TransPocket відносяться до зварювальних систем TIG і MMA. Вони ідеально підходять для використання в ситуаціях, де важливі гнучкість і мобільність. Завдяки малій вазі – всього лише 11 кг разом з літій-іонною акумуляторною батареєю – джерело струму AccuPocket чудово підходить для виїзних, польових робіт. У автономному режимі живлення джерело струму AccuPocket отримує всю необхідну енергію від акумулятора.

Повністю заряджений акумулятор дає можливість виконувати зварювальні роботи з використанням восьми електродів діаметром 3,25 мм або вісімнадцяти електродів діаметром 2,5 мм. Пристрій може працювати також у гібридному режимі, який передбачає живлення одночасно від акумулятора та зовнішнього джерела енергії – генератора або електричної мережі. В цьому випадку заряд акумулятора компенсує коливання напруги в системі живлення та допомагає уникнути спрацьовування плавкого запобіжника мережі в разі стрибка напруги.

Мал. 1. Скрізь як вдома: за допомогою джерела струму AccuPocket техніку можна якісно ремонтувати в польових умовах

При необхідності джерело струму можна використовувати в режимі живлення від електричної мережі. Оскільки пристрій AccuPocket споживає мінімальну кількість енергії, для роботи йому потрібний невеликий (а отже і порівняно дешевий) генератор струму потужністю 2 кВ·А, тоді як звичайні системи потребують генераторів потужністю 8 кВ·А.

Якщо коливання напруги неможливо компенсувати за допомогою акумулятора, у цьому випадку допоможе технологія компенсації реактивного струму від компанії Fronius, наприклад, у разі використання TransPocket. Технологія компенсації реактивного струму забезпечує раціональне використання енергії з доступного джерела, запобігаючи утворенню реактивної потужності.

Функція автоматичної компенсації реактивного струму модулює вхідний струм таким чином, що його властивості можна описати майже ідеальною синусоїдою. Модулюючи коливання струму таким чином, технологія компенсації реактивного струму забезпечує стабільну зварювальну дугу. Такі модульовані коливання можуть виникати в режимі роботи від генератора, до чого пристосовані, наприклад, однофазні зварювальні системи.

Джерела струму мають програмні функції HotStart, SoftStart і Anti-Stick. Вони стабілізують дугу, забезпечують запалення дуги та допомагають уникати вигорання електрода, даючи зварювальникам і техніці можливість виконувати зварювальні роботи з найкращими результатами. Багатопроцесні системи, які дають можливість виконувати зварювальні роботи за допомогою процесів TIG, MMA і MIG/MAG, це ідеальний вибір для тих користувачів, яким потрібно виконувати найрізноманітніші зварювальні завдання. Основною перевагою однофазних джерел струму є те, що вони підтримують безліч характеристик, зокрема ті, які оптимізовано для робіт з алюмінієвими та мідно-кремнієвими сплавами.

Мал. 2. Багатопроцесний пристрій TransSteel 2200 дає можливість блискуче виконувати будь-які зварювальні завдання

Мал. 3. Кейси для обладнання розраховані на транспортування зварювальних систем і відповідних аксесуарів, тому користувачі можуть бути впевнені в тому, що все, що потрібне для роботи буде у них під рукою, де б їм не довелося працювати

Пристрій TransSteel також оснащений другим газовим магнітним клапаном, який дає можливість легко перемикатися між процесами TIG і MIG/MAG. Інша важлива перевага цих джерел живлення - зручність у експлуатації. Щоб підготуватися до зварювання, користувачеві потрібно виконати лише три прості дії: вказати присадний матеріал, з яким він працюватиме, діаметр дроту та використовуваний газ.

Серед інших особливостей пристроїв варто пригадати також функцію TAC, а також функцію точкового та інтервального зварювання. Функцію TAC оптимізовано для виконання прихоплювання. Вона передбачає створення за допомогою імпульсної зварювальної дуги відразу двох зварювальних ванн, які майже миттєво зливаються в одну. Ця функція також важлива під час зварювання тонких листів металу без присадного матеріалу.

Функція точкового та інтервального зварювання підходить також для з'єднання тонких листів металу завдяки незначній тепловій дії. Незалежно від того, яке джерело живлення вибере клієнт, йому знадобиться доставити обладнання на місце виконання робіт. Тому компанія Fronius, окрім обладнання, пропонує також відмінні кейси для різних моделей, а також широкий асортимент аксесуарів, який знадобиться для виконання виїзних і польових робіт на професійному рівні.

Публікується на правах реклами

#1869

Fronius

ТОВ «Фроніус Україна»
07455, Київська обл., Броварський р-н, с. Княжичі, вул. Слави, 24

тел.: +38 0 44 277 21 41,
факс: +38 0 44 277 21 44

sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua

Машина термічного різання з ЧПК Welding Dragon GTNS

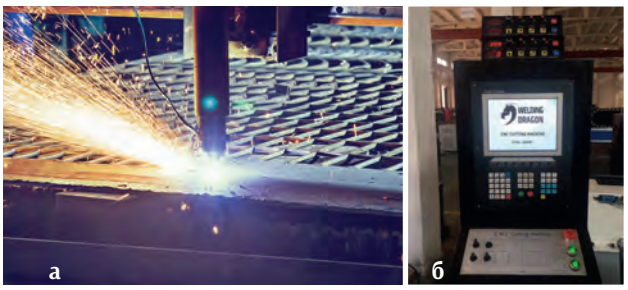
Машина термічного різання (МТР) з числовим програмним керуванням (ЧПК) Welding Dragon GTNS призначена для автоматизованого високоточного прямолінійного, а також фігурного розкрою листової низьковуглецевої сталі, її сплавів, нержавіючої сталі, алюмінію - повітряно-плазмовим або газокисневим способом при високих точності, продуктивності та коефіцієнту використання матеріалу.

Welding Dragon GTNS відповідає вимогам ГОСТ 5614-74, ГОСТ 15150, ОСТ 26-04-2139 і забезпечує перший клас точності відтворення заданого контуру згідно ГОСТ 5614-74. Клас вирізаної заготовки при плазмовому різанні становить П1122 (ГОСТ 14792-80), газокисневому різанні - К112.

МТР з ЧПК **Welding Dragon GTNS** протягом тривалого часу найкраще зарекомендувала себе у важкій промисловості, зокрема це машинобудівельні та суднобудівельні заводи, заготівельне виробництво. Завдяки великій кількості трансформаційних змін (плазмовий та газовий розкрій металу зі зняттям фасок, в т.ч. двосторонніх при газокисневому різанні, плазмове маркування, розробка крайок, висічка, свердління) - машина **Welding Dragon GTNS** - багатоцільовий інструмент для реалізації низки різноманітних проектів.

Технічні характеристики МТР Welding Dragon GTNS

Напруга живлення машини МТР, В	1х220 / 3х380 50 Гц
Споживана потужність машини не більше (без джерела плазми), кВт	3,0
Ширина заготовки, мм	1500 – 3000
Довжина заготовки, мм	від 3000
Максимальна товщина заготовки при плазмовому різанні (розділове різання), мм	60,0
Максимальна товщина заготовки при плазмовому різанні (якісне різання), мм	45,0
Швидкість переміщення, мм/хв	0 – 12000
Точність позиціонування, мм	±0,2
Номінальна протяжність включення, %	100
Діапазон робочих температур навколишнього середовища, °С	від -10 до +50



Мал. 1. Процес термічного різання (а) и панель керування МТР (б)

Незалежне встановлення столу розкрою від портальної системи, надає МТР високу надійність та точність, довговічність, можливість широкої модернізації (наприклад, зміна кількості супортів) та промислову зносостійкість. Окреме розташування столу також необхідно для того, щоб механічні навантаження, що виникають при навантаженні - розвантаженні листів металу, не чинили негативний вплив на портал.

При проектуванні і виготовленні МТР **Welding Dragon GTNS** особлива увага приділяється механічній частині, оскільки вона є основним компонентом, який визначає термін служби, точність та забезпечення основних функцій машини. Тому при виготовленні її механізмів застосовуються комплектуючі, від виробників, які займають провідні позиції у світі: Panasonic, Shimpo, CEME та інші.

Портальна система складається з поперечної балки, двох подовжніх консолей-приводів, які рухаються по спеціальному рейковому шляху, який пройшов термічну та механічну обробку. На поперечній балці встановлено два супорти (у стандартній комплектації) для розміщення на них робочих інструментів. Поперечна балка має конфігурацію прямокутника у розрізі, вона виготовлена шляхом зварювання металевих профілів з подальшою термічною обробкою, для уникнення внутрішніх напружень та деформацій під час роботи.

Подовжній шліфований направляючий рейковий шлях забезпечує плавне переміщення опорних коліс, високу точність і стабільність позиціонування системи. Переміщення порталу і супортів здійснюється за допомогою надійної сучасної сервомоторної системи, завдяки якій досягається висока точність та плавність позиціонування.

Машина працює під керуванням оригінального програмного забезпечення **Australia FastCAM professional version**, має зручний та інтуїтивно зрозумілий україномовний та англомовний інтерфейс.

Комплекс плазмового різання **Welding Dragon** промислового класу з плазмотроном HC2003, який входить у комплект постачання МТР, спеціально розроблений для безперервної та стабільної роботи на МТР, та має показник протяжності включення 100%. Товщина металу при чистовому різанні досягає 45 мм, розділовому різанні – до 60 мм.

www.jasic.ua

Публикуется на правах рекламы
#1870

ВИРОБНИК РІШЕНЬ З АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

FANUC

Наступний рівень точності та продуктивності

Швидкість, повторюваність та максимальний доступ

ШИРОКИЙ ПОРОЖНИСТИЙ ЗАП'ЯСТОК
та порожниста рука

25 КІЛОГРАМ НАВАНТАЖЕННЯ
ідеальний для додаткового інструменту

ВУЗЬКА ТА ВИГНУТА РУКА J2
задля уникнення перешкод

ЦІЛЬНО ІНТЕГРОВАНИЙ ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ШЛАНГПАКЕТ
та додаткові перефирійні кабелі

ГЛАДКА ПОВЕРХНЯ
щоб мінімізувати збирання пилу та бруду

• висока повторюваність • тонка, шарнірна конструкція для зварювання у вузьких важкодоступних місцях• гладкі поверхні та заглиблені болти, щоб запобігти накопиченню бруду• порожниста рука діаметром 57 мм для максимального доступу • інтелектуальне програмне забезпечення FANUC Zero Downtime для точного планування технічного обслуговування та скорочення часу простою

WWW.FANUC.UA

Разработка и производство
машин для термической резки

ПРОИЗВОДСТВО:

- Машин с СЧПУ для термической резки «Комета»
- Плазменных комплексов «Комета», «Метеор»
- Волоконно-лазерных комплексов «Восход»
- Раскройных столов с встроенной системой отвода отработанных газов
- Капитальный ремонт и модернизация
- Машин без ЧПУ газорежущих: «Радуга М», «АСШ-70М»

ОДО «ЗОНТ»
65104, Украина, г. Одесса, проспект Маршала Жукова, 103
тел.: +38 0 48 717-00-50; факс: +38 0 48 715-69-50
E-mail: info@zont.com.ua , www.zont.com.ua

АВТОГЕНМАШ

ЧАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

Украинское предприятие ЧАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.

На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT GmbH на соответствие требованиям стандарта ISO 9001:2008 и Государственного предприятия Научно-технический центр «СЕПРОЗ» при ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT).

Нашим предприятием освоено промышленное производство специальных плавленых продуктов-шлаков для использования в шихте при производстве керамических флюсов, порошковых проволок и других сварочных материалов.
Марка MS – марганцевый шлак, индекс основности по Бонишевскому менее 1,0.
Марка CS – шлак нейтрального типа с рафинирующими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 1,1.
Марка AR – шлак алюминатно-рутилового типа с хорошими сварочно-технологическими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 0,6.
Размер частиц: 0,05–0,63 мм (50–630 микрон)
Влажность: не более 0,025% при 200°С.

Продукция сертифицирована в НАКС, УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарте России, TUV Nord.

СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей.
АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АП, АН-47, АН-47ДП, АН-60, АН-60М, АН-20С, АН-20П, АН-26С, АН-26П, АН-67, ОСЦ-45, ОСЦ-45М.
(ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ
(ГОСТ 13079-81)
силикатный модуль от 2,0 до 3,5.
Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

СТЕКЛО НАТРИЕВОЕ ЖИДКОЕ
(ГОСТ 13078-81)
модуль 2,3–3,6 плотность от 1,35 до 1,52.
(ТУ У 20.1-00293255-004:2014)
модуль 1,5–3,0 плотность от 1,40 до 1,62.
Возможно изготовление жидкого стекла с модулем и плотностью, соответствующим индивидуальным требованиям заказчика. Применяется в литейном производстве, в химической, машиностроительной бумажной промышленности, в черной металлургии, для производства сварочных материалов и др.

Наша цель — более полное удовлетворение Ваших потребностей в качественных и современных сварочных материалах.

ЧАО «Запорожстеклофлюс»
Украина, 69035, г. Запорожье, ГСП-356, ул. Диагональная, 2.
Отдел внешнеэкономических связей и маркетинга

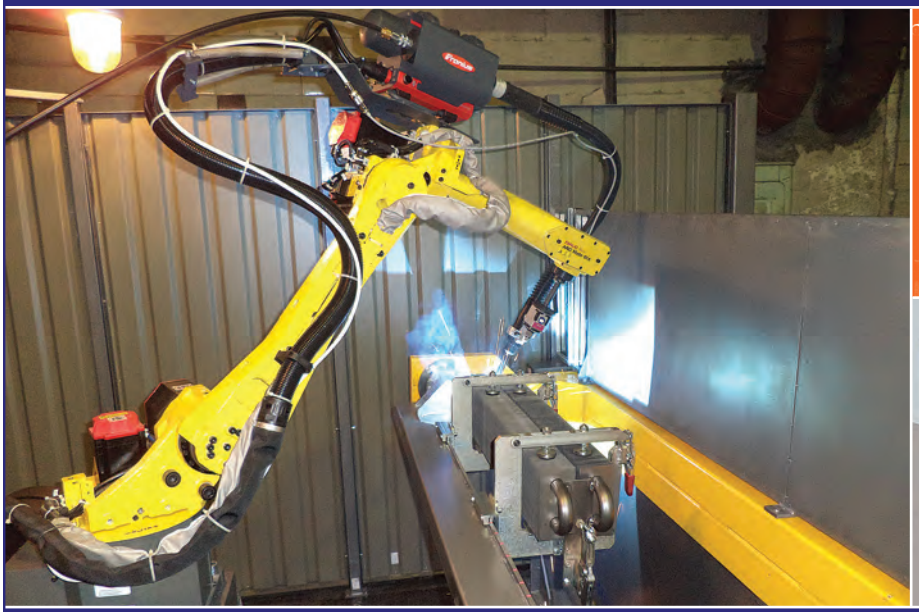
Тел.: +380 (61) 239-7061; 239-7070
Факс: +380 (61) 239-7077; 239-7079
E-mail: market@steklo.zp.ua; nvi@steklo.zp.ua; contact@steklo.zp.ua
http://www.steklo-flus.com

Официальный представитель ЧАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории РФ ЗАО «ЕвроЦентр-Профит», Москва.
Отгрузка со складов Москвы, Курска.
Тел.: +7 (495) 646–2755, 988–3897 — Коваленко Л. В., Кащавцев В. В., Кащавцев Ю. В.

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

e-mail: info@navko-teh.kiev.ua www.navko-teh.kiev.ua

Triada Welding - инжиниринг, роботы, аддитивные технологии

Triada Welding – инжиниринговая компания, специализируется в области сварки с 1992 г. Технологичная и современная, компания активно развивается, внедряя инновации 4.0 у себя на производстве, создает высокотехнологическую продукцию для украинской промышленности, одна из немногих предлагает экспорт высоких технологий.

Профессиональный инженерный подход и серьезный производственный опыт позволяют компании Triada Welding быть в центре развития индустриального комплекса Украины, предлагать и внедрять успешные решения перехода к инновациям 4.0.

Компания Triada Welding - интегратор промышленных роботизированных сварочных комплексов, официальный представитель в Украине Yaskawa Motoman (Япония), одного из ведущих в мире производителей роботов. Специализируется в проектировании и разработке технологий с применением промышленных роботов для автоматизации сварочных процессов, в т. ч. контактной сварки, наплавки, перемещения изделий. При производстве роботизированных сварочных комплексов (РТК) используется оборудование передовых мировых производителей: Fronius (Австрия), Abicor Binzel (Германия), Askaynak (Турция), Fidat (Италия). Triada Welding – их официальный сертифицированный представитель в Украине. На базе собственного технического центра отрабатываются все процессы. После установки РТК предоставляется весь спектр гарантийных сервисных услуг по обслуживанию и технической поддержке, проводится обучение персонала предприятия-заказчика по программированию робота, работе на РТК. Производственно-технический центр имеет полную диагностическую базу по ремонту, восстановлению, технической поддержке как самых простых сварочных аппаратов, так и сложных программных установок.

Triada Welding проводит инженерно-консультационные услуги, сюда входит совместная разработка технических заданий, подбор оборудования, доведение конструкторских разработок до стадии производства. 27-летний опыт работы на рынке сварочного оборудования позволяет легко и эффективно решать любые задачи, связанные с роботизацией сварочных процессов.

Основные направления деятельности компании:

- инжиниринг;
- аутсорсинг;
- роботизация сварочных процессов;
- поставка сварочного оборудования и материалов;
- производство систем защиты при сварке;
- проектирование и производство сварочной оснастки и кондукторов;
- обучение;
- R&D.

Triada Welding первая в мире и единственная компания в Украине, получившая сертификат соответствия CFD. Каждые три года компания проходит европейский аудит - полную проверку профессиональных качеств и квалификации сотрудников, соответствия всем международным стандартам техцентра. Все это необходимо для представления

Рис. 1. Техцентр компании Triada Welding

Рис. 2. Процесс установки сварочной оснастки и кондукторов

Рис. 3. Аутсорсинг сварочных работ на РТК Yaskawa

в Украине современного высококлассного сварочного оборудования, интеллектуальных сварочных систем Fronius (Австрия).

Компания имеет уникальный опыт разработки и производства оборудования РТК, нестандартного оборудования, в т. ч. самостоятельно проектирует и изготавливает:

- инструментальную оснастку и кондуктора;
- уникальные вспомогательные элементы, зажимные устройства;
- защитные сварочные системы.

Компания предоставляет свои промышленные мощности для аутсорсинга. Роботизированный сварочный комплекс Yaskawa выполняет частично или целиком сварку различных деталей от предприятий-заказчиков. Работа в партнерстве – реальная возможность подключать высокопрофессиональных специалистов для решения локальных, внутренних задач. Это возможность доступа к передовому оборудованию РТК с минимальными расходами – заказчик платит только за сварной шов, получая при этом 100% качество сварочных швов и полное отсутствие брака.

Производство современных мобильных конструкций, предназначенных для защиты людей и окружающего пространства при сварке, включает: проектирование, разработку, изготовление и монтаж с дальнейшим обслуживанием. Вся техническая документация разработана конструкторским отделом компании на базе многолетнего опыта изучения подобных систем. Защитные ПВХ материалы, использующиеся для изготовления защитного полотна, отвечают всем европейским стандартам и требованиям EN-1598.

Рис. 4. Работа над новыми проектами

На основе техцентра создан и успешно работает центр R&D – компания занимается исследованиями и развитием новых технологий. В этом году компания Triada Welding получила грант Программы USAID «Конкурентноспроможна економіка України» и успешно ведет работы по исследованию и развитию аддитивных технологий. На базе центра действует общая программа обучения и взаимодействия Triada Welding и НУ «Запорожская политехника». Созданы обучающие программы для студентов технических ВУЗ-ов, колледжей, ВПУ, проводятся семинары и лабораторные работы, научно-технические конференции студентов. Появился совместный проект Triada Welding с НУ «Запорожская политехника» по созданию и внедрению обучающей технологии VR/AR.

Компания Triada Welding является членом ТПП Украины, регулярно принимает участие в различных технических выставках и семинарах как в Украине, так и за рубежом. Предприятие имеет множество наград и знаков отличия в промышленной отрасли. За высокий профессионализм и серьезный подход к решению производственных задач награждено почетным знаком «Могутність краю» за «значительный вклад в развитие промышленности Украины».

В 2019 г. компания успешно реализовала несколько проектов по роботизации, до конца года в планах завершить еще четыре сложных проекта по интеграции РТК в производство, в т. ч. и за рубежом.

Миссия компании Triada Welding: «Мы делаем мир технологичней, создавая умные производства».

Публикуется на правах рекламы

#1871

TRIADA WELDING
since 1992

г. Запорожье, ул. Независимой Украины, 82, оф.79
Тел.: +38 (061) 233-10-58, (067) 333-10-58, (050) 322-95-53
e-mail: sales@triada-welding.com
www.triada-welding.com

СВАРКА МЕТАЛЛИЗАЦИЯ

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОМАВТОСВАРКА»

Производим оборудование для электродуговой металлизации

ПРИМЕНЕНИЕ:
- Нанесение антикоррозионных покрытий;
- Восстановление изношенных поверхностей;
- Декоративная отделка.

(044) 222-90-26; (0629) 37-97-31
(067) 627-41-51; (099) 743-18-43

WWW.PROMAVTOSVARKA.COM.UA
379731@promavtosvarka.com.ua

MTI МІГАТЕХ індустрія

ТЕХНОЛОГІЇ ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ

Зварювальні колони, обертачі, лінії, комплекси

Нестандартне обладнання

044 360-2521 044 277-9339 www.migateh.com.ua

ЧПКП «СЕВИД»

основано в 1997 г.

OMAX WATERJETS Оборудование для гидроабразивной резки

Украина, 73025, г. Херсон,
ул. Корабельный спуск, 2
тел./факс: (0552) 32-84-31, 32-84-35
e-mail: info@sevid.com.ua
www.sevid.com.ua

ЧПКП «СЕВИД» — официальный представитель концерна ESAB в Украине с 2002 г.,

официальный представитель концерна «PLYMOTH» – промышленные вытяжные пылесосы и системы рециркуляции воздуха и ООО «Сумы-Электрод»

- Качественное гарантийное и постгарантийное обслуживание
- Оптимальный склад
- Рекомендованные цены
- Принцип лояльности
- Доставка транспортом продавца (от 1 т)

ТЕХНОЛАЗЕР "ТЕХНОЛАЗЕР- ЗВАРЮВАННЯ"

- Электросварочное оборудование и запчасти.
- Газосварочное оборудование.
- Сварочные материалы.
- Ремонт и модернизация сварочного оборудования.
- Авторизованный сервисный центр ESAB.

Украина, 54055, г. Николаев, ул. Садовая, 50/3
тел./факс: (0512) 50-10-01, 57-21-27
e-mail: tehnolazer-zv@ukr.net
www.tehnolazer-zv.prom.ua

XVIII МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2019

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ

- МЕТАЛО-ОБРОБКА
- УКРЗВАРЮВАННЯ
- УКРВТОР ТЕХ
- УКРПРОМ АВТОМАТИЗАЦІЯ
- БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА
- ГІДРАВЛІКА ПНЕВМАТИКА
- ПІДШИПНИКИ
- УКРЛИТВО
- ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ
- ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ

ufi Approved Event

ОРГАНІЗАТОР:
Міжнародний виставковий центр

Генеральний інформаційний партнер: Оборудование и инструмент

Ексклюзивний медіа партнер: ЖУРНАЛ ГОЛОВНОГО ІНЖЕНЕРА

Технічний партнер: RentMedia

19–22 ЛИСТОПАДА

+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр
www.tech-expo.com.ua

МІЖНАРОДНИЙ ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР
Україна, Київ, Броварський пр-т, 15
Ⓜ "Лівобережна"

Золотой кубок Бенардоса – 2019

Общество сварщиков Украины объявляет о проведении XIII открытого конкурса сварщиков Украины «Золотой кубок Бенардоса - 2019».

Конкурс будет проводиться 19-22 ноября 2019 г. в Киеве в рамках XVIII Международного Промышленного Форума (МПФ) в Международном выставочном центре (МВЦ). Организатор конкурса – Общество сварщиков Украины.

Номинации конкурса:

- ручная дуговая сварка покрытым электродом (111/ SMAW);
- дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135/GMAW);
- дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141/GTAW).

Условия проведения конкурса. К участию в конкурсе допускаются дипломированные сварщики в возрасте старше 18 лет; обладающие знаниями и опытом работы.

В состав жюри конкурса входят эксперты Украинского аттестационного комитета сварщиков, специалисты по сварке и руководители иностранных делегаций.

По каждой номинации конкурс проводится в II тура: I тур – оценка теоретических знаний; II тур – демонстрация практических навыков по выбранному способу сварки.

Каждый участник конкурса может принять участие в нескольких номинациях, но только один раз в каждом туре. Результаты, показанные участниками, оцениваются по бальной системе. Проверка теоретической подготовки проводится методом тестирования (30-50 вопросов). Вопросы подготовлены УАКС.

Практические навыки сварщиков оцениваются по пяти показателям: 1) подготовка рабочего места и соблюдение требований охраны труда; 2) соблюдение технологии сборки и сварки контрольного соединения; 3) качество сварного шва по результатам внешнего осмотра и измерения; 4) качество сварного шва по результатам радиографического контроля; 5) время сварки контрольного соединения (не более 30 мин).

Места, занятые участниками по итогам конкурса, определяются по сумме баллов, набранных ими в I и II турах.

Оргкомитет конкурса обеспечивает каждого участника сварочными материалами и оборудованием, спецодеждой и инструментом для тренинга (в течение 15-20 мин) перед II туром. Участник имеет право использовать свою спецодежду и инструмент.

Программа конкурса.

I тур. Оценка теоретических знаний (для конкурсантов из Украины). Тестирование уровня знаний сварщика проводится письменно по следующим разделам программы подготовки сварщиков: а) основы сварки плавлением (сущность процессов, напряжения и деформации при сварке, понятие и показатели свариваемости); б) сварные соединения и швы (классификация, положения при сварке, разделка кромок под сварку); в) основные и сварочные материалы (классификация, характеристики, области применения); г) сварочное оборудование (назначение, типы, устройство, правила эксплуатации); д) технология выполнения сварных соединений металлоконструкций и трубопроводов; е) контроль качества сварных соединений (методы контроля, нормы оценки качества); ж) организация сварочных работ, охрана труда и техника безопасности при их выполнении. Время тестирования – 30 мин.

II тур. Демонстрация практических навыков (время - 60 мин) Номинация 1 – ручная дуговая сварка покрытым электродом (111/ SMAW):

- сварка стыковых соединений пластин (P/BW) толщиной от 6 до 12 мм из малоуглеродистой стали в одном из положений: нижнем (PA ss nb), вертикальном (PF ss nb), горизонтальном (PC ss nb) или потолочном (PE ss nb);
- и/или сварка стыковых соединений трубных элементов (T/BW) Ø от 76 до 159 мм толщиной от 4 до 8 мм из малоуглеродистой стали в одном из неповоротных положений PF ss nb, PC ss nb или H-L045 ss nb.

Номинация 2 – дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135/GMAW):

- сварка стыковых соединений пластин толщиной от 8 до 12 мм из малоуглеродистой стали в одном или двух положениях из: PA ss nb, PF ss nb или PC ss nb.

Номинация 3 – дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141/GTAW):

- сварка стыковых соединений пластин (P/BW) из малоуглеродистой стали толщиной от 3 до 6 мм в одном из положений: PA ss nb, PF ss nb, или PC ss nb;
- и/или сварка стыковых соединений трубных элементов (T/BW) Ø от 38 до 57 мм толщиной от 3 до 6 мм из малоуглеродистой стали в одном из неповоротных положений PF ss nb, PC ss nb или H-L045 ss nb.

Положение сварки определяется жеребьевкой во время открытия конкурса. Возможно одно или два конкурсных задания, решение принимается общим решением оргкомитета и жюри конкурса. Детальная информация о конкурсных заданиях и ознакомление с технологическими картами сварки (WPS) будет предоставлена после 20 октября 2019 г.

Премии и награды. Победители и призеры XIII открытого конкурса сварщиков Украины «Золотой кубок Бенардоса - 2019» награждаются: Кубком победителя; дипломами Общества сварщиков Украины; денежными премиями или ценными подарками; Международными сертификатами сварщика.

Оргкомитет, жюри и др. организации, спонсоры имеют право устанавливать специальные призы и премии участникам конкурса. Присуждение всех наград предварительно согласовывается с Оргкомитетом конкурса и жюри.

Лучшие сварщики возрастом до 33 лет будут приглашены в состав команды Украины для участия в международных конкурсах 2020 г.

Приглашаем профессиональных сварщиков предприятий Украины и зарубежья принять участие в XIII открытом конкурсе сварщиков Украины «Золотой кубок Бенардоса - 2019».

Приглашаем к сотрудничеству фирмы и организации, которые пожелают принять участие в организации и проведении конкурса, спонсорстве и рекламе своей продукции, во время проведения конкурса. Заинтересованным организациям и лицам просим обращаться в Оргкомитет конкурса.

Заявки на участие в конкурсе принимаются
в Оргкомитете конкурса до 10 октября 2019 г.:
E-mail: osu-odessa@ukr.net; факс: +38 0 48 758-61-41.
Контактное лицо: Воробьев Александр Николаевич:
моб.: +380 97 972-36-03, тел. +380 48 758-62-12

#1872

История изучения состава воздуха, открытие кислорода и некоторых горючих газов, жидкостей и инертных газов для термической резки и правки *

В.И. Панов, УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург)

Слово «газ» придумал в 1624 г. голландский химик и врач Ян Батист ван Гельмонт, произведя его от греческого χάος («хаос»), означавшего у древних греков понятие «сияющее пространство». Ему же удалось указать на отличие газов от паров (в 1648 г.), которые конденсируются в жидкость при охлаждении. В широкий научный обиход слово «газ» ввел А. Лавуазье (1743-1794 гг.), начиная с 1789 г., когда вышли его «Начальный учебник химии» и основанный им один из первых химических журналов под названием «Анналы химии» [1-8].

Воздух давно привлекал внимание естествоиспытателей, его изучал китайский ученый Мао Хоа еще в VIII веке новой эры (н.э.), который установил, что в состав воздуха входит вещество, поддерживающий горение и дыхание (кислород).

На заре становления химии, как науки, когда считалось, что химические процессы являются началом многих явлений (в т. ч. и здоровья человека), выделение горючего газа при взаимодействии кислот и металлов наблюдали в XVI -XVII веках.

В изучении химических и физических свойств водорода огромная роль принадлежит лорду Генри Кавендишу (1731-1810 гг.), который в 1766 г. опубликовал работу «Искусственный воздух», где сообщалось об открытии «горючего воздуха» (водорода). Он разработал методику собирания, очистки и изучения газов, с помощью которой ему удалось получить в чистом виде водород и углекислый газ, установить их удельный вес и др. свойства. В 1781 г. Кавендиш определил состав воздуха, а в 1784 г., сжигая водород, установил химический состав воды. В демонстрации Королевскому обществу Лондона Кавендиш применил искру к газообразному водороду. Это открытие в дальнейшем позволило ему понять, что вода состоит из «горючего воздуха» (водорода) и кислорода. Будучи сторонником теории флогистона, Кавендиш полагал, что этот легкий и горючий газ и есть чистый флогистон, однако, вскоре отказался от этой идеи.

Название «горючему воздуху» – hydrogène (от древнегреческих слов ὕδωρ – вода и γεννάω – рождаю) – «рождающий воду», как новому химическому элементу, дал А. Лавуазье в 1788 г. Русское наименование «водород» предложил химик М.Ф. Соловьев в 1824 г.

Открытие кислорода заняло более 10 лет. Официально считается, что кислород был открыт английским химиком Джозефом Пристли 1 августа 1774 г. Ученый решил исследовать действие полученного газа на пламя свечи. Под действием кислорода пламя стало ослепительно ярким. В струе полученного газа сгорела, разбрасывая брызги, железная проволока. Мыши, помещенные в сосуд с кислородом, легко дышали, но скоро погибли. Сам ученый попробовал вдыхать этот газ и отметил, что он «помогает легким дышать». Однако Пристли первоначально не понял, что открыл новое простое вещество, он считал, что выделил одну из составных частей воздуха (и назвал этот газ «дефлогистированным воздухом»). О своем открытии Пристли сообщил выдающемуся французскому химику Антуану Лавуазье.

Несколькими годами ранее кислород получил шведский химик-фармацевт Карл Вильгельм Шееле [9], который назвал этот газ «огненным воздухом» и описал свое открытие в изданной в 1777 г. книге (книга опубликована позже, чем сообщил о своем открытии кислорода Джозеф Пристли). Шееле также сообщил Лавуазье о своем опыте.

Окончательно разобрался в природе полученного газа А. Лавуазье, воспользовавшийся информацией от Пристли и Шееле. Его работа имела громадное значение, благодаря ей была ниспровергнута господствовавшая в то время флогистонная теория.

Таким образом, заслугу открытия кислорода фактически делят между собой Пристли, Шееле и Лавуазье.

После обнаружения кислорода его назвали «dephlogisticated air» («дефлогистированный воздух»), т. е. вещество, способное к объединению с большим количеством флогистона и способное поддерживать горение дольше, чем обычный воздух.

Написание этого газа – oxygèn предложил А. Лавуазье (от древнегреческих слов ὀξύς – «кислый» и γεννάω – «рождаю»), которое переводится как «порождающий кислоту». Своим появлением в русском

* Часть 2, часть 1 – «Сварщик» № 4 - 2019

языке слово кислород обязано М.В. Ломоносову.

Сейчас этот газ считается сильнейшим окислителем после фтора, он образует бинарные соединения (оксиды) со всеми элементами, кроме гелия, неона, аргона.

Также отметим, что в 1845 г. швейцарский химик Жан Шарль Мариньяк (1817-1894 гг.) получил озон пропусканием электрической искры через кислород.

Говоря о водороде и кислороде, нельзя не остановиться на опытах, связанных с водой.

Французский химик А. Лавуазье совместно с инженером Жаном Менье, используя специальные газометры, в 1783 г. осуществил синтез воды, а затем и ее анализ, разложив водяной пар раскаленным железом. Так он установил, что «горючий воздух» (водород) входит в состав воды и может быть из нее полностью удален.

Г. Кавендиш в 1784 г., сжигая водород, установил химический состав воды, опровергнув представления об ее элементарности.

В 1800 г. Уильям Николсон и Энтони Карлайл обнаружили, что при пропускании электрического тока через воду она разлагается на водород и кислород. Этот процесс позже М. Фарадеем был назван «электролизом» (1834 г.), а в 1801 г. Р. Хейер разработал способ получения кислорода и водорода этим электролитическим путем. Другой способ получения водорода и кислорода путем разложения воды предложил Г. Дэви в 1802 г. Первый аппарат, способный выделять водород с последующим получением водородного пламени в горелке, предложил немецкий химик Д. Рихман в 1840 г.

В 1888 г. Д.А. Лачи́нов (1842-1902 гг.) – физик, электротехник, разработал мощный электролизер для разложения воды, и благодаря этому водород и кислород стали более доступны. Область их применения до конца XIX в. почти не расширилась, несмотря на то, что уже существовали промышленные способы сжатия газов.

Путь к сжижению газов был долог до тех пор, пока не получила свое развитие физика низких температур.

Первые опыты по сжижению газов проводил Майкл Фарадей. Он показал, что газы, такие как хлор, диоксид серы и аммиак могут быть сжижены при низких температурах (до – 110 °С). Но многие др. газы, в частности, кислород, азот, водород, углекислый газ и метан, не поддавались сжижению его методами даже при крайне высоких давлениях, за что позднее они получили название постоянных газов. Кстати, именно М. Фарадей в 1834 г. сформулировал такие понятия, как «электрод», «катод», «анод», широко применяемые в сварочных процессах.

Воздух также считался «постоянным» газом, пока в 1860-х гг. физикам из Швейцарии (Р. Пикте) и Франции (П. Кайете) не удалось превратить воздух в жидкость в условиях высокого давления (32 атм.) и низкой температуры (- 141 °С). Однако жидкий воздух быстро испарялся, практического применения это открытие не находило. В 1885 г. английский (шотландский) физик и химик Джеймс Дьюар предложил сосуд с полой оболочкой, из которой выкачен воздух («сосуд Дьюара»), поэтому низкая температура в нем сохраняется длительное время. Таким образом, возникли условия для глубокого изучения свойств жидкого воздуха.

Газы сжижали оригинальным и сложным каскадным методом, который был предложен швейцарским физиком Р.П. Пикте (1846-1929 гг.). В дальнейшем Пикте сжижал азот, водород и углекислый газ. Но этот способ оказался непригодным для сжижения водорода и гелия.

В 1887 г. Каролю Ольшевскому и Зигмунду Врублевскому в Краковском университете и Джеймсу Дьюару в Лондонском королевском институте удалось получить в жидком виде многие постоянные газы, в т. ч. кислород, азот и монооксид углерода, в таких количествах, которые позволяли провести точные измерения и установить их низкотемпературные свойства. В 1894 г. будущий лауреат Нобелевской премии Хейе Камерлинг-Оннес [10] в Лейденском университете (Нидерланды) разработал новый метод сжижения воздуха, а затем более совершенные методы сжижения воздуха были найдены Ж. Клодом во Франции и К. Гейландтом в Германии. Этими работами был заложен фундамент промышленности разделения газов. Впервые сжижать водород удалось в 1888 г. Дж. Дьюару. Таким образом, к концу XIX века были сжижены все постоянные газы, кроме гелия, и завершены измерения их точек кипения и др. параметров.

В 1890-х гг. Бейли (Англия) и К. фон Линде (Германия) одновременно обнаружили, что при частичном испарении воздуха в нем повышается содержание кислорода, а жидкий азот (др. основная составляющая воздуха) кипит при более низкой температуре, чем кислород.

Однако именно Карл фон Линде первым понял, что открывается возможность получения дешевого кислорода и в 1902 г. создал ректификационный аппарат (аммиачную холодильную машину) для разделения жидкого воздуха на компоненты, которую впоследствии назвали установкой Линде, а криогенный цикл разделения воздуха – циклом Линде. Таким образом, появилась возможность применения кислорода в промышленных масштабах. В производственных и лабораторных условиях очень часто пользуются кислородом, поставляемым в стальных баллонах под давлением около 15 МПа (150 кГ/см^2). Фирма Лер – Ликвид (Франция) и фирма Гейланд (Германия) разработали способ доставки кислорода в жидком виде в специальных танках.

Ректификацию во всем мире применяют в самых различных областях химической техноло-

гии, где выделение компонентов в чистом виде имеет весьма важное значение (в производствах органического синтеза, изотопов, полимеров, полупроводников и различных др. веществ высокой чистоты). В настоящее время в промышленности известны кислородные установки, работающие на основе мембранной технологии.

Долгую историю имеет и промышленное получение ацетилена, который постепенно почти полностью вытеснил водород. Непосредственно ацетиленовое пламя изучали Ф. Велер и М. Бертело. Они оба отмечали яркий цвет сильно коптящего пламени. Коммерческого интереса это пламя не представляло. Скорее всего, это связано с тем, что получение ацетилена носило непромышленный характер (известно 7 лабораторных способов получения этого горючего газа). Например, немецкий химик и врач И.И. Бехер (1635-1682 гг.) получил ацетилен при воздействии кислоты и спирта). В 1836 г. английский физик Эдмунд Дэви воздействовал на карбид кальция водой и получил газ, который он назвал «двууглеродистым водородом». В 1855 г. французский химик Марселен Бертело (Бертло) сумел получить «двууглеродистый водород» сразу несколькими способами, в частности, пропуская пары этилена, метилового и этилового спирта через раскаленную докрасна трубку, он назвал полученный газ ацетиленом. Термин «ацетилен» связан со словом «уксус». В 1862 г. Бертело синтезировал ацетилен и вызвал его полимеризацию, пропуская водород через пламя электрической дуги между двумя угольными электродами.

Химик и врач Фридрих Велер в 1862 г., проведя серию опытов, объявил об открытии способа получения ацетилена из карбида кальция (CaC_2).

Карбид кальция был дорогим химическим соединением, получаемым только в лабораторных условиях. Потребовались годы, чтобы найти дешевый промышленный способ получения карбида кальция.

Впервые карбид кальция при опытах с электрической печью был получен Геру в 1840 г. Однако, его промышленное изготовление началось позднее, когда в 1892 г. канадский инженер-электрик Т.Л. Вильсон получил карбид кальция в электропечи (патент США). В Европе плавку карбида кальция и угля с использованием пламени электрического тока произвел лауреат Нобелевской премии французский химик Анри Муассан. Использовалась негашеная известь, которая вступала во взаимодействие с угольным электродом. В 1894 г. сотрудник Муассана Бюлье подал заявку на электродуговой способ получения карбида кальция. Себестоимость карбида кальция снизилась во много раз.

В средние века для освещения улиц в ряде городов Ближнего Востока, Южной Италии и др. применялась нефть. В Москве и в Петербурге использовали свечи, а в маленьких городах, деревнях и селах – лучинки. Первые газовые фонари зажглись в Санкт-Петербурге на Аптекарском острове в 1819 г. Газ, который применялся, получали путем газификации каменного угля и горючих сланцев. Он назывался светильным газом. Положение изменилось, когда появился ацетилен. Этот газ стал широко использоваться в фонарях уличного освещения, они давали в 15 раз больше света, чем обычные газовые фонари. К 1900 г. ацетилен применяли и для домашнего освещения, он горел в шахтерских лампах и автомобильных фарах.

Разработка ацетиленовых генераторов промышленного применения отнесена к 1901 г., достаточно сказать, что только в Англии было запатентовано более 300 типов генераторов.

В настоящее время известны методы получения ацетилена из метана:

- путем электрического крекинга (пропуская струю метана между электродами при температуре 1600 °С);
- путем термически окислительного крекинга (неполного окисления), где в реакции используют теплоту частичного сгорания ацетилена.

Не менее интересна и история развития применения газообразных и жидкостных заменителей ацетилена. Ацетилен считался дорогим газом, поэтому в середине XX века стали применяться газы – заменители ацетилена – природный, пропан-бутановая смесь и др. [11-13].

Хотя состав природного газа зависит от характера газового месторождения, его основным компонентом является метан.

Пропан-бутановая смесь является универсальным синтетическим газом, получаемым из попутного нефтяного газа или при переработке нефти, т. е. фактически это побочный продукт. Получение этой смеси стало возможным после того, как В.Г. Щухов в 1891 г. изобрел крекинг (от английского слова cracking – расщепление) – процесс разложения углеводородов нефти на более летучие вещества.

Среди современных заменителей ацетилена можно выделить сжиженный газ МАФ (метил-ацетиленовая фракция). МАФ гораздо безопаснее ацетилена, в 2-3 раза дешевле и удобнее при транспортировке. Благодаря высокой температуре сгорания газа в кислороде (2927 °С) и высокому тепловыделению (20 800 ккал/м^2), газовая резка с использованием МАФ гораздо эффективнее резки с использованием др. газов.

Несомненный интерес представляет использование дициана, имеющего высокую температуру сгорания (4500 °С). Препятствием к расширенному применению дициана является его повышенная токсичность. С др. стороны, эффективность дициана весьма высока. Пламя дициана с кислородом, истекающее из сварочной горелки, имеет резкие очертания, очень инертно к обрабатываемому металлу, короткое по длине и имеет пурпурно-фиолетовый оттенок.

Обрабатываемый металл (сталь) буквально «течет», и при использовании дициана допустимы очень большие скорости сварки и резки металла.

Среди горючих веществ находят место и пары легко воспламеняющихся жидкостей – керосина и бензина, являющихся продуктами переработки нефти, причем в XIX веке пользовались в основном керосином:

- как антисептическим средством;
- для освещения домов и улиц в осветительных лампах;
- как горючее для заправки нагревательных приборов (примусов и др.).

В конце XVIII века была изобретена многофункциональная лампа, с появлением которой увеличился спрос на керосин.

В газопламенной обработке используется осветительный керосин. Он является прозрачной, бесцветной (или слегка желтоватой) жидкостью, слегка маслянистой на ощупь, легко воспламеняемым продуктом. Его название происходит от греческого слова «κηρός» (воск).

Бензин представляет собой также легко воспламеняющую и легко испаряющуюся прозрачную жидкость с резким характерным запахом. Официально считается, что впервые эту горючую жидкость получил Майкл Фарадей из нефти из Малой Азии, поэтому он дал новому продукту название от слов арабского происхождения («luban jâvî»). Затем появилось его латинское обозначение «benzo». Термин benzin был впервые введен немецким химиком Митшерлихом в 1833 г. для обозначения производного бензоидной кислоты. Русское слово бензин заимствовано из французского языка (benzine).

История открытия жидких легких углеводородных смесей непосредственно связана с автомобилем и началась с курьеза. В 1910 г. автолюбитель из американского г. Питтсбург обратил внимание на то, что купленный им бензин испаряется неимоверно быстро. Он тут же отправился к знакомому химику Уолтеру Снеллингу, который исследовал принесенное ему топливо и обнаружил, что быстро испаряющаяся жидкость представляет собой смесь пропана, бутана и др. углеводородных газов. Несколько лет спустя Снеллинг построил установку разделения бензина на жидкие и газообразные компоненты. Первый автомобиль на сжиженном углеводородном газе был испытан в 1913 г.

Среди жидких горючих самую высокую температуру сгорания (5 000 °С) имеет ацетилендинитрил и его смеси с углеводородами. Ацетилендинитрил склонен при сильном нагреве к взрывному разложению, но в составе смесей с углеводородами гораздо более стабилен. В настоящее время производство ацетилендинитрила очень ограничено и стоимость его высока, но при развитии производства ацетилендинитрила, он может весьма ощутимо расширить технологические процессы газопламенной обработки во всех ее областях применения.

Несколько слов о получении газов, которые в настоящее время широко применяются в различных видах термической резки и правки, в различных технологических процессах газопламенной обработки.

В современных высокотемпературных источниках (плазменных, лазерных) широко используются активные и инертные газы [14]. В частности, в качестве плазмообразующего газа используют как однокомпонентные газы (аргон, азот, гелий, кислород), так и многокомпонентные (аргон + водород, воздух, азот + кислород). Для резки низкоуглеродистых и низколегированных сталей широко применяют очищенный от масла и влаги воздух.

Впервые аргон обнаружил в 1785 г. Генри Кавендиш, но он не смог определить его физические и химические свойства и прекратил исследования. Позднее на записи Кавендиша обратил внимание Джеймс Максвелл. И лишь 7 августа 1894 г. будущие Нобелевские лауреаты химик У. Рамзай и физик Д.У. Стретт (лорд Рэлей) сделали доклад в Оксфорде на собрании Британской ассоциации естествоиспытателей, физиков и химиков об открытии нового элемента, который назвали аргоном. Название нового газа произошло от греческого слова ἀργός, что в переводе означает – неактивный, медленный.

Гелий впервые был идентифицирован как химический элемент в Индии в 1868 г. французским астрономом, членом Парижской Академии наук, членом Лондонского королевского общества Пьером Жансеном (1824-1909 гг.) при изучении протуберанцев Солнца во время его полного затмения.

До сих пор ведутся споры о том, кто был первооткрывателем азота.

«Мефитический» воздух (именно так долго именовался азот) был получен Г. Кавендишем в 1772 г. в результате многократного пропускания обычного воздуха над раскаленным углем. Но ученый не сумел понять, что это новое простое вещество является химическим элементом. Кавендиш своевременно не опубликовал результаты этих исследований, поэтому приоритет открытия азота (или «испорченного» воздуха) обычно приписывают шотландскому химику, врачу и ботанику Даниэлю Резерфорду (1749-1819 гг.) В 1772 г. Резерфорд ошибочно считал его воздухом, насыщенным флогистоном, который не поддерживал дыхания и горения, не поглощался раствором щелочи.

Позднее А. Лавуазье показал, что «мефитический» воздух входит в состав воздуха наряду с «чистым» воздухом (кислородом).

Также существует несколько версий происхождения термина «азот». По одной из них этот термин предложил в 1787 г. Лавуазье (от французского слова azote). По наиболее распространенной версии термин происходит от древнегреческого слова ἄζωτος – безжизненный. Возможно, слово «азот»

произошло от одного из двух арабских слов – либо от слова «аз-зат» («сущность» или «внутренняя реальность»), либо от слова «зибак» («ртуть»). На латыни азот называется nitrogenium, т. е. «рождающий селитру», отсюда символ N, который предложил французский химик Ж. Шапталь в 1790 г.

Открытие углекислого газа положило начало новой отрасли химии – пневмато-химии (химии газов). Первым, кто наблюдал его, был Ван-Гельмонт, назвав его «диким газом». Официально его отрыл шотландский химик Джозеф Блэк (1728-1799 гг.) в 1754 г., назвав его «фиксируемым воздухом». Несколько лет спустя Г. Кавендиш, верный своему правилу все определять «мерой, числом и весом», обнаружил еще два характерных физических свойства углекислого газа: его высокий удельный вес и значительную растворимость в воде. Опыты Кавендиша продолжил Лавуазье.

Неон (латинское слово neon, на греческом языке этот термин означает – новый) открыт английскими химиками У. Рамзаем и М. Траверсом в 1898 г. при исследовании с помощью спектроскопа первых порций газа, испаряющихся из жидкого воздуха.

Продолжение в следующих номерах

Литература

1. Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И. Выдающиеся химики мира. – М.: Высшая школа, 1991. – 658 с.

2. Фигуровский Н.А. Очерк общей истории химии. От древнейших времен до начала XIX века. – М.: Наука, 1969. – 455 с.

3. Биографии великих химиков. Перевод с нем. под ред. Быкова Г.В. – М.: Мир, 1981. – 320 с.

4. Соловьев Ю.И. Борис Николаевич Меншуткин: Химик и историк науки. – М.: Наука, 1983. – 232 с.

5. Химическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. И.Л. Кнунянц // М.: Советская энциклопедия, 1990. – 671 с.

6. Справочник химика / Редкол.: Никольский Б. П. и др. // 3-е изд., испр. – Л.: Химия, 1971. – Т. 2. – 1168 с.

7. Храмов Ю.А. Физики: Биографический справочник / Под ред. А.И. Ахиезера. – Изд. 2-е, испр. и полн. // М.: Наука, 1983. – 400 с.

8. Справочник «Сварочное дело» в 2-х т. / сост. и общ. ред. М.К. Гусельщиков. // Л. - М.: Госуд. научно-техн. Изд-во по маш-ию, металло-обр-ке и черн. метал-ии, 1933.

9. К.В. Шееле (1742-1786) / Энциклопедический словарь юного химика. 2-е изд. // Сост. В.А. Крицман, В.В. Станцо. – М.: Педагогика, 1990. – 114 с.

10. Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия. Пер. с англ. Т. 1. – М.: Прогресс, 1992. – 740 с.

11. Полевой Г.В., Сухинин Г.К. Газопламенная обработка металлов: учебн. – М: Машиностроение, 2005. – 333 с.

12. Нинбург А.К. Газопламенная обработка металлов с использованием газов-заменителей ацетилена / М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.

13. Якушев В.С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 192 с.

14. Фигуровский Н.А. Открытие элементов и происхождение их названий. – М.: Наука, 1970. – 207 с.

●#1873

31 августа 2019 г. ушел из жизни известный специалист в области сварочных источников питания, кадровый сотрудник ИЭС им. Е.О. Патона, к.т.н., с.н.с. Легостаев Вадим Александрович. Вадим Александрович родился 29 августа 1944 г. в Нижнем Новгороде. После окончания Горьковского политехнического института имени А.А. Жданова в 1969 г. поступил в аспирантуру ИЭС им. Е.О. Патона (научный руководитель – д. т. н., профессор И.В. Пентегов), по окончании которой работал в электротехническом отделе ИЭС. Защитил кандидатскую диссертацию. Прошел трудовой и научный путь от аспиранта и инженера до старшего научного сотрудника.

Основное направление научной и практической деятельности В.А. Легостаева – исследование нестационарных процессов в электрических схемах устройств с индуктивными накопителями энергии и электрической дугой, создание методик расчета накопителей энергии реакторного типа, разработка сварочных источников питания на базе индуктивных накопителей энергии для сварки изделий авиационной техники из высокопрочных алюминиевых сплавов системы алюминий-магний-литий. Данные разработки получили высокую оценку специалистов на производстве.

Вадим Александрович – автор более 60 научных статей и авторских свидетельств на изобретение. Принимал активное участие в общественной жизни ИЭС. Неоднократно избирался на общественные должности от научных отделов. На протяжении 15 лет возглавлял кассу взаимопомощи профсоюзного бюро института. Его выделяли высокая компетентность и эрудиция, интеллигентность, чуткость, внимание и уважение к людям, что снискало ему заслуженный авторитет и уважение коллектива ИЭС им. Е.О. Патона.

Порівняльна характеристика деяких нових і старих вітчизняних стандартів в зварювальному виробництві

О.Г. Биковський, д. т. н., **Г.М. Лаптєва,** к. т. н., НУ «Запорізька політехніка» (Запоріжжя)

З 1 січня 2019 р. старі вітчизняні стандарти ДСТУ та ГОСТ-и втратили свою силу, взамін чого вводяться нові ДСТУ, що базуються на європейських (EN) і міжнародних (ISO) стандартах, нормах і правилах.

Їхній зміст для багатьох конструкторів і технологів не завжди відомий, так як вони існують тільки в електронному вигляді рідко на українській, а частіше на англійській мові. Це створює незручність для користувачів, які звикли мати справу з паперовими носіями.

З точки зору загальної глобалізації такий перехід необхідний і тому до нього потрібно вже бути готовими. При цьому повинні бути зроблені відповідні корективи як в нормативних виробничих документах, що регламентують умови виробництва металоконструкцій для вітчизняних і зарубіжних замовників, так і в навчальних матеріалах системи середніх і вищих навчальних закладів, які готують фахівців в області зварювального виробництва.

Автори проаналізували зміст нових нормативних документів* у порівнянні зі скасованими на предмет виявлення відмінностей і прогнозування якнайшвидшого їх впровадження в повсякденну практику.

У загальному вигляді структура кожного стандарту виглядає наступним чином:

- сфера діяльності або компетенція, нормативні посилання на першоджерела, терміни та визначення, символи і скорочені позначення;
- у змістовній частині поміщаються основні відомості з даної теми, наприклад, для руйнівних методів контролю це підготовка зразків для випробувань, їх умови, результати, що заносяться до протоколу;
- у додатках наводяться конкретні приклади умовних позначень, протоколів, рекомендацій, номограми і т. п.

Така побудова задає чіткий маршрут в напрямку досягнення заданої мети без відхилень і подвійних тлумачень тих чи інших положень.

У зв'язку з розширенням торгівлі зварними металевими конструкціями і наданням послуг у вигляді відрядження робітників-зварників на міжнародний ринок виникає необхідність підготовки за правилами спеціальних кваліфікаційних випробувань, а саме ДСТУ EN ISO 9606-1:2016 «Кваліфікаційні випробування зварників. Зварювання плавленням. Частина 1. Сталі».

Слід зазначити, що основні положення цього стандарту були затверджені в 1996 р. в «Правилах атестації зварників» і успішно застосовувалися спеціально організованим органом «Українським атестаційним комітетом зварників» (УАКЗ) до теперішнього часу.

Головним принципом нового стандарту є відповідність кваліфікації зварника не тільки для умов, встановлених для випробувань, але також і для інших умов зварювання, які є легшими для виконання. У цьому випадку вважається, що зварник отримав спеціальну підготовку і пройшов виробничу практику в межах кваліфікації.

Тому, спираючись на наявний вітчизняний досвід, ніяких труднощів і несподіванок при підготовці зварників європейського рівня не буде.

Автори аналізують зміст нових стандартів в порівнянні з існуючими раніше в тій послідовності, в якій зазвичай ведеться розробка технології виготовлення металоконструкцій.

У відповідності ДСТУ CEN ISO / TR 15608: 2017 (E) «Зварювання. Настанова относительно класіфікації металевих матеріалів за групами» конструкційні матеріали для зварних металоконструкцій поділяються на групи:

Група сталей: звичайної якості (4 підгрупи) термомеханічно оброблені нормалізовані дрібнозернисті і литі (2 підгрупи), загартовані і відпущені дісперсійнотвердіючі дрібнозернисті, крім нержавіючих (3 підгрупи) і т. д. всього десять груп з різною кількістю підгруп, що відрізняються в підгрупах механічними властивостями і хімічним складом.

Аналогічні матеріали за деяким винятком в кількості і якості легуючих елементів наведені в наших стандартах як на вуглецеві, так і на леговані сталі.

Група алюмінію і його сплавів: 6 груп з підгрупами – аналогічно попередньому.

Група міді і її сплавів: 8 груп з підгрупами – аналогічно попередньому.

Група нікелю і його сплавів: 7 груп з підгрупами – аналогічно попередньому.

Група титану і його сплавів: 4 групи з підгрупами – аналогічно попередньому.

Група цирконію і його сплавів: 2 групи.

*Автори висловлюють вдячність А.В. Краску за надання нових нормативних документів

Група чавунів: 6 груп.

Виникає природне запитання – як користуватися цими даними при виготовленні зварної металоконструкції для внутрішнього і зарубіжного споживання. З огляду на той факт, що металургійна промисловість не зможе швидко перейти на виготовлення листового і профільного металу відповідно до цього стандарту, так само як і виробники в переважній кількості не зможуть імпортувати ці матеріали з Європи, необхідно створення відповідних довідників, в яких були б наведені аналоги вітчизняних матеріалів, що потребує додаткового узгодження по кожній з наведених груп з Європейським комітетом зі стандартизації.

Технічні умови і атестація технології зварювання металевих матеріалів.

Відповідно до ДСТУ ISO 15609-1: 2008 «Технологічна інструкція зі зварювання. Частина 1. Дугове зварювання» (укр.) містить певний діапазон товщин матеріалів, що з'єднуються, ряд основних і зварювальних матеріалів і відомості про них, вид з'єднання, підготовку кромок під зварювання, вид і параметри режиму зварювання, техніку зварювання, температуру попереднього підігріву, режим термічної обробки і т. і.

Відомості, наведені в цьому стандарті, в переважній більшості випадків відповідають змісту технологічних інструкцій, що використовуються в даний час на підприємствах країни.

Перед зварюванням необхідно провести операцію складання окремих деталей за допомогою прихваток або в спеціальних кондукторах. Для цього кромки, що збираються, повинні бути підготовлені особливим способом, що регламентується ДСТУ EN ISO 9692-1: 2014 «Зварювання та споріднені процеси. Рекомендації щодо підготування зварних з'єднань.».

Цей стандарт містить 4 частини для різних матеріалів і декількох процесів зварювання. Їх позначення згідно ДСТУ ISO 4063:2014 «Зварювання та споріднені процеси. Перелік і умовні позначення процесів» (англ.) містить не більше трьох цифр, яке охоплює: основні групи – одна цифра, групи - дві цифри, і підгрупу - три цифри, наприклад, 13 – дугове зварювання електродом, що плавиться в захисному газі, включає 131 - MIG - дугове зварювання суцільнотянутим дротом в інертному газі, 135 - MAG - дугове зварювання суцільнотягнутим дротом в активному газі і т. д., всього 157 способів.

Основні параметри підготовки кромок під зварювання наведені в частині першій для 14 способів зварювання, вони практично майже не відрізняються від рекомендацій в аналогічних вітчизняних виданнях.

Для електрошлакового зварювання не наведені такі дані, тому дія ГОСТ 15164-78 подовжена до 2022 р.

Однак в останніх наведені також розміри зварних швів і допустимі відхилення, в той час як в європейських нормах показані лише картинки швів. Розробники правил винесли ці відомості в розділ, що регламентує контроль якості зварних швів, що на наш погляд, не дуже зручно для використання.

Умовне зображення і позначення зварних з'єднань в технічній документації регламентується в ДСТУ ISO 2553: 2013 «Зварювання та споріднені процеси. Умовні познаки на кресленнях. Зварні з'єднання».

У кресленнях зварних конструкцій, де наведені типи, товщини і довжини зварних швів, види зварювання, обробка поверхні, присадні матеріали і технологія випробувань можуть бути прямо вказані шляхом використання символів цього стандарту. Існує два підходи щодо зображень: система А, яка відповідає ISO 2553: 1992 і система В, що базується на стандартах, якими користуються країни тихоокеанського регіону і південно-східної Азії.

За своєю наповненістю новий стандарт містить більш змістовну інформацію в порівнянні з існуючими раніше ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 14771-76 і т. п.

Відповідно з ДСТУ EN ISO 2560: 2014 «Матеріали зварювальні. Електроди покриті для ручного дугового зварювання нелегованіх та дрібнозернистих сталей. Класифікація» за своїм призначенням електроди класифікуються виходячи з міцнісних і динамічних характеристик металу шва, наплавленого електродом діаметром 4 мм, при цьому використовуються дві системи позначень, що базуються на показниках межі текучості і ударної в'язкості не менше 47 Дж (А) і межі міцності і ударної в'язкості не менше 27 Дж (В).

Умовне позначення електрода по системі А складається з таких символів:

1. Е – Символ ручного дугового зварювання.
2. Цифра коду 35-50 символи міцності: межа плинності σ_A, МПа, межа міцності σ_B, МПа, відносне подовження, δ %.
3. Символ ударної в'язкості KCV 47 Дж для температур від + 20 °С до –60 °С.
4. Символ хімічного складу металу шва – вміст легуючих елементів.
5. Символ типу електродного покриття.
6. Символ просторового положення зварювання.
7. Символ вмісту дифузійного водню в металі шва Н, $см^3/100$ г.

У разі зварювання інших сталей, наприклад, високоміцних, необхідно застосовувати ДСТУ EN ISO 18275: 2014 «Матеріали зварювальні. Електроди покриті для ручного дугового зварювання вісокоміцніх сталей. Класифікація».

Цей стандарт додатково включає умови післязварювальної термічної обробки Т. Аналогічна інформація є і в вітчизняних стандартах на покриті електроди (ГОСТ 9467-75, ГОСТ 10052-75), проте в європейських стандартах чітко нормований вміст дифузійного водню в зварному шві, в той час як у вітчизняних ухильно йдеться про електроди, що забезпечують низьководневий метал шва.

Згідно ДСТУ EN ISO 6848: 2015 «Дугове зварювання та різання. Електроди вольфрамові неплав-

кі. Класифікація» використовуються в різних процесах зварювання та різання і класифікуються по хімскладу з точною регламентацією домішок до чистого вольфраму. У порівнянні з вітчизняною класифікацією в новому стандарті введені електроди з домішками оксиду церію і оксиду цирконію. Всього представлено 10 марок електродів, кожна з яких має своє кольорове забарвлення. Номенклатура діаметрів електродів широка – від 0,25 до 6,4 мм, для кожних діаметрів наведені рекомендації щодо використання роду струму і полярності.

Відповідно до ДСТУ ISO 6947: 2014 «Зварювання та споріднені процеси. Робочі положення» робочі положення не залежать від геометричного типу зварного з'єднання, наприклад стикового або кутового, розібрані дуже докладно всі можливі положення. У ДСТУ 2092-92 все це менш об'ємно.

Стандарт ДСТУ ISO 3834-1: 2008 «Вимоги до якості зварювання плавленням металевих матеріалів. Частина 1. Критерії до вибору відповідного рівня вимог до якості» визначає основні критерії при виборі відповідного рівня вимог до якості зварювання. В основних розділах стандарту викладені методи доказів здатності виробника виготовляти зварні конструкції регламентованої якості, порядок вибору рівня вимог до якості і елементів, які потрібно враховувати додатково до ISO 3834 для систем управління якістю.

Крім першої частини стандарт містить «Частину 2 – Всебічні вимоги до якості», «Частину 3 – Типові вимоги до якості», «Частину 4 – Елементарні вимоги до якості», «Частину 5 – Документи, вимоги якіх потрібно виконувати для підтвердження відповідності ISO 3834 – 2, ISO 3834-3 чи ISO 3834-4».

Всебічні вимоги найповніші і включають в себе: аналіз вимог і технічну експертизу, оформлення субпідряду, вимоги до компетентності персоналу для зварювального виробництва і для здійснення контроля і випробувань, обладнання та його технічних характеристик, заходи щодо забезпечення зварювання, збереження основних і зварювальних матеріалів, можливість термічної обробки після зварювання, контроль і випробування, невідповідність вимогам і коригування дій, і т. п.

ISO 3834 годиться для використання в різних ситуаціях. Виробник може вибрати одну з трьох частин, які регламентують різні рівні вимог до якості в залежності від типу конструкції, в залежності від наступних критеріїв:

- обсяг і величину критичного значення надійності конструкції;
- багатоплановість виробництва;
- номенклатура конструкцій, що виготовляються, і матеріалів;
- обсяг операцій, у яких можуть виникнути металургійні проблеми;
- обсяг операцій, у яких недоліки при виготовленні, наприклад зміщення, перекіс або недосконалість зварного шва, впливають на виробництво конструкції.

Виробника, який може довести відповідність заданому рівню вимог до якості, оцінюють, як такого, що може відповідати всім більш низьким рівням без додаткових підтверджень. Так, якщо він відповідає всебічним вимогам до якості, тобто ISO 3834-2, відповідає також типовим вимогам, тобто ISO 3834-3 і елементарним вимогам, тобто ISO 3834-4.

Подібного стандарту у вітчизняному виробництві металоконструкцій не було, хоча, звичайно, в тому чи іншому вигляді дотримання вимог до якості мало місце у вигляді посадових і виробничих інструкцій. Тому, впровадження цього ДСТУ сприятиме підвищенню якості та конкурентоспроможності продукції зварювального виробництва України.

Відповідно до ДСТУ ISO 14731:2008 «Координація зварювальних робіт. Завдання та функції» встановлюються функції і завдання, спрямовані на забезпечення якості, які охоплюють координацію заходів, пов'язаних зі зварюванням. Цей документ носить організаційний характер і є логічним продовженням ДСТУ ISO 3834-1.

Відповідно до ДСТУ ISO 5817: 2016 «Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів» (Рівні якості для променевих способів зварювання сталей представлені в ISO 13919-1) встановлюються три рівня якості, що застосовуються в зварювальному виробництві, визначаються символами В, С і Д.

Символ В відповідає найвищому рівню якості виконаного шва, в той час як відхилення від норми на рівнях С і Д або допускаються, або менш жорсткі. Стандарт регулює розміри, форму, протяжність таких дефектів, як несплавлення, підрізів, напливів, шлакових включень, пористості і т. п. в зварних швах для товщин, що з'єднуються ≥ 0,5 мм.

Вітчизняний стандарт менш об'ємний, в деяких випадках пояснюються причини появи дефектів, в інших носить відносний характер, допусків на відхилення немає.

Відповідно до ДСТУ EN ISO 17637: 2017 «Неруйнівний контроль зварних швів. Візуальний контроль з'єднань. Виконання зварювання плавленням» більш широкий перелік вимірювальних інструментів і їх призначення для вимірювання конкретних елементів зварних швів.

Відповідно до ДСТУ ISO 17636: 2014 «Неруйнівний контроль зварних швів. Радіографічний контроль. Частина 1. Способи контролю рентгенівськими та гамма-випромінюванням із застосуванням плівки» представлено той самий перелік вимірювальних інструментів та їх призначення для виявлення різноманітних дефектів в зварному з'єднанні, що і у вітчизняному стандарті.

Відповідно до ДСТУ EN ISO 17636-2: 2014 «Неруйнівний контроль зварних швів. Радіографічний контроль. Частина 2. Способи контролю рентгенівськими та гамма-випромінюванням із застосуванням цифрових детекторів» представлено обладнання для проведення контролю зварних з'єднань, яке раніше не висвітлювалося у вітчизняних нормативних документах.

Відповідно до ДСТУ EN ISO 17640: 2018 «Неруйнівний контроль зварних швів. Ультразвуковий контроль. Методи, рівні контролювання та оцінювання» представлений той самий перелік обладнання та методів для виявлення дефектів в зварних з'єднаннях, що і в вітчизняному стандарті ГОСТ 14782-86.

Відповідно до ДСТУ EN ISO 9017: 2015 «Випробування руйнівні зварних з'єднань металевих матеріалів. Випробування на переламування» достатньо детально, як і у вітчизняному стандарті (ГОСТ 6996-66) наведено методику проведення випробувань.

Відповідно до ДСТУ ISO 5173: 2009 «Випробування зварних з'єднань металевих матеріалів. Руйнівні випробування на згин» детально наведено методику випробування зварних з'єднань.

На підставі викладеного вище можна зробити наступні висновки.

1) Нові нормативні документи, що вводяться, відрізняються більш високою змістовністю і наповненістю і їх якнайшвидше впровадження в повсякденну практику дозволить підвищити якість і конкурентноздатність вітчизняної зварної металопродукції.

2) Необхідно в найкоротші терміни здійснити переклад всіх нових нормативних документів на українську мову, надавши їх для зручності користування на паперових носіях.

3) Якщо це державні стандарти України, то саме держава повинна взяти на себе зобов'язання про доведення їх до відома всіх зацікавлених виробників і споживачів, як це було і раніше, уповноваживши для цього відповідний орган.

#1874

Сумское НПО изменило название и избрало директора

На Сумском НПО произошли изменения. Так, решением Наблюдательного совета общества был избран генеральный директор. Им стал Владимир Матвеевич Лукьяненко, который до этого был исполняющим обязанности гендиректора. А во время годового Общего собрания акционеров было принято решение об изменении типа и наименования общества, утверждена новая редакция его Устава.

Отныне Публичное акционерное общество «Сумское машиностроительное научно-производственное объединение» будет называться Акционерное общество «Сумское машиностроительное научно-производственное объединение». Сокращенное наименование АО «Сумское НПО». Также изменен тип общества с публичного на частное.

Изменения связаны, прежде всего, с приведением деятельности общества в соответствие с требованиями Закона Украины «Об акционерных обществах». 16 ноября 2017 г. Верховная Рада Украины приняла Закон № 221-VIII «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Украины (относительно упрощения ведения бизнеса и привлечения инвестиций эмитентами ценных бумаг)». Данный закон ввел в национальное законодательство требования европейских директив по корпоративному управлению и деятельности компаний и усовершенствовал его в вопросах эмиссии ценных бумаг, раскрытия информации на фондовом рынке Украины и деятельности по предоставлению информационных услуг.

Ранее в законодательстве распределение акционерных обществ на публичные и частные осуществлялся по формальным признакам. Так, к обществам, в которых было более 100 акционеров, законодательство выдвигало требование применять форму «публичного акционерного общества». В то время как в европейской практике публичными считаются компании, которые делали публичное предложение своих ценных бумаг. Любые другие критерии не могут быть использованы, чтобы назвать компанию публичной или частной. Таким образом, закон решает проблему «псевдо-публичности» большинства публичных акционерных обществ. После вступления в силу этого закона публичными считаются только эмитенты, ценные бумаги которых на 1 января 2018 г. находятся в листинге фондовой биржи (биржевом реестре).

www.snpo.ua

#1875

От конверсии военной технологии к триумфу электросварки под флюсом

А.Н. Корниенко, к.т.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

В 1943 г. министр пропаганды рейха Геббельс вещал: «Уходя, мы уничтожаем все, что еще осталось от заводов, дорог, всю промышленность Советов. Они не смогут восстановить это и за 25 лет». Взрывчатки хватало; концерн «И.Г. Фарбениндустри» был связан картельными соглашениями с родственными концернами США и Великобритании, и не подвергался бомбардировкам. На немецкий концерн приходилось 100 % производства искусственного каучука, 95 % отравляющих веществ, 90 % пластика, 89 % магния, 84 % взрывчатых веществ, 70 % оружейного пороха. Союзники знали, для чего фашистам нужно огромное количество взрывчатки. Каждая вторая пуля, выпущенная в советского солдата, была произведена этим «Концерном смерти» [1]. Военные действия на территории СССР нанесли огромный ущерб народному хозяйству. Было разрушено 1710 городов и поселков городского типа, уничтожено свыше 70 тыс. сел и деревень, взорвано и выведено из строя 31 850 заводов и фабрик, 1135 шахт, 65 тыс. км железнодорожных путей, было разорено свыше 100 тыс. колхозов, совхозов и машинотракторных станций, посевные площади сократились на 36,8 млн. га, т. е. на четверть. Урон, причиненный СССР, превышал потери в период второй мировой войны всех др. европейских государств вместе взятых [2].

Организация восстановления и подъема экономики СССР.

Еще в 1943 г. руководство СССР приняло постановление «О неотложных мерах по восстановлению хозяйства в районах, освобожденных от немецкой оккупации». А в конце мая 1945 г. Государственный Комитет Обороны (ГКО) постановил перевести часть оборонных предприятий на выпуск товаров для населения. Государственный бюджет на 1945-1946 гг. предусматривал сокращение военных расходов, резкое увеличение ассигнований на развитие народного хозяйства, на социально-культурное строительство. Был принят закон о демобилизации и к концу 1947 г. было демобилизовано 8,5 млн. человек. Производство военной продукции сокращали на 40 млд. руб., по сравнению с 1944 г., а производство гражданской продукции увеличили с 3,8 млд. руб. в 1944 г. до 12,8 млд, руб. в 1946 г. [3].

В марте 1946 г. Верховным Советом СССР был принят закон о четвертом пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства. Основная задача заключалась в том, чтобы восстановить регионы страны, подвергавшиеся оккупации, достичь довоенного уровня развития промышленности и сельского хозяйства, а затем и превзойти. Главными стратегическими основами этого плана были продолжение развития тяжелой промышленности и дальнейшая индустриализация страны; развертывание научно-технической революции. Техническая реконструкция базовых отраслей промышленности должна была осуществляться на основе последних достижений науки и техники, при внедрении передовых отечественных и зарубежных технологий и опыта организации производства. Для выполнения этих задач долю прямых военных расходов в госбюджете СССР уменьшили с 54,3 % в 1945 г. до 24 % в 1946 г. и 18 % в 1947 г.; численность вооруженных сил в 1945-1946 гг. сократили с 11 млн. человек до 2,8 млн. человек. Объемы капитальных работ в системе наркоматов обороны и ВМФ на период 1946-1950 гг. устанавливались в размере 7 млд. руб. – в 2 раза меньше, чем в предвоенные годы (1938-1941 гг.) [3].

Внешнеполитическая обстановка, инициация холодной войны.

5 марта 1946 г. бывший премьер-министр Великобритании У. Черчилль в Фултоне (США, Миссури) в присутствии президента США Г. Трумена произнес речь, которую в мировой истории принято считать стартом холодной войны. Как видно из опубликованных секретных документов, к тому моменту США уже выработали свой курс в отношении СССР – «сдерживание», «балансирование на грани войны», «атомные бомбардировки». «Обратить весь мир в свою веру», – заявил Черчилль. Именно в этой речи Черчилль впервые употребил выражение «железный занавес, который опустился на Европу»; а также высказался о том, что «наши русские друзья и союзники больше всего восхищаются силой и меньше всего уважают слабость, в особенности военную»; что необходимо отказаться от «доктрины равновесия сил» между государствами; что США и их союзники должны «научить» всех, кто вздумает помериться с ними силами [4, 5].

В 1948-1949 гг. в США приняли ряд законов о контроле над экспортом. Были составлены списки товаров, запрещенных к вывозу в СССР и страны соцлагеря. И СССР оказался в экономической блокаде, научно-технической и информационной изоляции. И все же все действия союзников не принесли ожидаемых результатов. СССР не только не пошел на пово-

ду их политики, но и отказался от плана Маршалла, от экономической помощи – от политической зависимости и экономической кабалы [6, 7].

Е.О. Патон – прорывные технологии для возрождения экономики.

Восстановление экономики в значительной степени зависело от возможностей сварочного производства. Реально в арсенале сварочного производства имелись способы ручной дуговой, газовой, автоматической под флюсом и контактной сварки. Первые два вида были более-менее мобильными и универсальными, но малопроизводительными и требовали рабочих высокой квалификации. Два последних были высокопроизводительными, но пригодными для применения в определенных условиях для ограниченных типов изделий.

С 1943 г. в Институте электросварки уже работала группа по автоматической сварке строительных конструкций. 3-6 февраля 1944 г. в Нижнем Тагиле Е.О. Патон провел специальную конференцию представителей строительных организаций СССР. Им были показаны проекты установок для автоматической сварки балок, секций труб и т. д. [8].

В мае 1944 г. ИЭС возвратился в Киев. До конца года были модернизированы «военные» сварочные головки и автоматическая сварка под флюсом была успешно внедрена на 12 крупных предприятиях, в т. ч. на Киевском заводе «Ленинская кузница», Днепропетровском заводе металлоконструкций им. В.М. Молотова и др. [9-11]. Кроме того, к зиме 1944 г. сотрудники сами отремонтировали и «новый» корпус института.

Но домны, нефтерезервуары, газгольдеры, корабли имеют швы на плоскостях, отличающихся от нижнего положения; котлы, вагонетки, всевозможные машины – это короткие, криволинейные швы. Они выполнялись вручную, а рабочих не хватало. Значит, нужна была высокопроизводительная техника, работающая за десятерых; как и на оборонных заводах.

Никто не сомневался, что ИЭС в годы войны довел автосварку под флюсом до совершенства, «выжал» все возможное. Создание новой техники сварки под флюсом казалось фантастикой. При

Рис. 1. Совещание у директора Института электросварки (слева направо: Б.И. Медовар, И.И. Фрумин, Е.О. Патон, П.И. Севбо, Б.Е. Патон), октябрь 1947 г.

сварке вертикальных швов флюс будет ссыпаться, а автомат не поползет по стенке. Сварочные головки с их подающими и перемещающими механизмами не разместишь между перемычками, корабельными шпангоутами и стрингерами, планками кузовов, рам, котлов, вагонеток и т.п. сварных конструкций. Но Евгений Оскарович Патон все же решил, что дуговая сварка под флюсом не исчерпала свои возможности. Тем более, что уже был накоплен огромный опыт решения сложных ответственных задач конструирования оборудования, создания новых флюсов, технологии, исследованы энергетические и металлургические процессы [12, 13] (*рис. 1*).

Е.О. Патон поставил задачу «выжать из сварки под флюсом все возможное и не возможное, развить успех военной технологии». Сравнительно молодой, но уже опытный коллектив ИЭС пополнился выпускниками Свердловского политехнического и Московского энергетического институтов. На должность заместителя по науке Е.О. Патон пригласил профессора МВТУ им. Н.Э. Баумана К.К. Хренова – исследователя сварочной дуги, создателя подводной сварки и ряда др. технологий. Его избрали академиком АН УССР. Однако Хренов не поддержал «фантастическую» идею. Он перешел заведовать кафедрой сварочного производства в КПИ, где создал опытно-учебную лабораторию [14].

Рационализация сварных конструкций была одним из важнейших направлений. Путем совершенствования форм в ИЭС решались задачи технологичности сварных изделий, снижения их массы, уменьшение количества соединительных деталей. Одна из идей Е.О. Патона заключалась в создании новых конструкций, пригодных к автоматизации сборочно-сварочных операций, «расчленении» конструкций на узлы и включение сварочных автоматов в поточные линии. Так, в 1946 г. были разработаны новая конструкция вагонеток и принцип совмещения операций сборки и сварки узлов. На Торецком машиностроительном заводе (Донбасс) была пущена поточная линия и процесс изготовления сократился в 20 раз. Шахты и карьеры Донецкого, Днепровского и ряда др. регионов получили тысячи сварных вагонеток. К 1950 г. все 220 основных шахт Донбасса были восстановлены, введены в действие несколько новых шахт и добыча угля превысила довоенный уровень. В 1946-1948 гг. на Мариупольском заводе им. Ильича с участием ИЭС им. Е.О. Патона была построена линия для изготовления железнодорожных цистерн (Сталинская премия 1947 г., Г.З. Волошкевич и др.) (*рис. 2*). Поточный способ сборки и сварки был внедрен на Луганском паровозостроительном и Крюковском вагоностроительном заводах. Сотрудникам ИЭС удалось усовершенствовать конструкцию дымовых камер, котлов, узлов паровозов и др. ответственных узлов и перевести их изготовление на автоматическую сварку [15, 16].

Рис. 2. Сварная железнодорожная цистерна из алюминиевого сплава

Под руководством Е.О. Патона удалось совершить прорыв в создании принципиально нового оборудования – универсальной мобильной сварочной аппаратуры, специализированной аппаратуры для массового производства однотипных изделий и оборудования для вспомогательных и смежных операций, и опередить мировое развитие такой техники на десятилетия. Научные основы проектирования высокоэффективных источников питания и систем управления сварочными процессами были разработаны Б.Е. Патоном. Им впервые в мире была создана теория автоматического регулирования процессов дуговой сварки, предложены схемы простых и надежных сварочных аппаратов. Портативный трактор ТС-6 (П.И. Севбо, В.Е. Патон) открыл серию специализированных легких сварочных аппаратов и сразу же был применен на строительстве магистрального газопровода Дашава-Киев-Брянск-Москва (Сталинская премия 1949 г., В.Е. Патон). Универсальный сварочный автомат-трактор ТС-17 (конструктор В.Е. Патон), стал одним из основных средств механизации сварочных работ в народном хозяйстве страны (*рис. 3*). Конструкция этого аппарата послужила основой для большой гаммы аппаратов [10, 11, 17].

В 1944 г. Б.Е. Патоном впервые в мире разработаны автоматы и полуавтоматы шланговой сварки дугой под флюсом с механизированной подачей электродной проволоки через гибкий шланг к держателю с соплом и бункером (ПШ-5). Такие держатели можно было крепить на механизмы или перемещать вручную [18, 19] (Сталинская премия 1950 г., Б.Е. Патон, Д.А. Дудко, П.Г. Гребельник, И.Н. Рублевский и др.) (*рис. 4*).

Распространению автоматической сварки в судостроении способствовало создание электромагнитных стендов с флюсовыми подушками для сварки полотнищ судовых секций [20]. Разработан сварочный пистолет для приварки шпилек под флюсом, в т. ч. в вертикальном и потолочном положениях (Н.Г. Остапенко).

В 1947-1948 гг. исследованы процессы плавления и кристаллизации в зоне сварки, установлены физические закономерности формирования швов. Впервые в мире разработаны технология автоматической дуговой сварки швов с принудительным формированием шва в различных пространственных положениях (Г.З. Волошкевич) и соответствующие аппараты (П.И. Севбо, В.Е. Патон) (*рис. 5*).

Первая в мире цельносварная доменная печь объемом 1 033 м^3 с вертикальными «автоматными» швами была возведена в 1948 г. в Запорожье. К концу 1950 г. были восстановлены и сооружены 23 доменные печи мощностью 8,3 млн. т чугуна в год, 51 мартеновская печь годовой мощностью 4,7 млн. т стали, прокатные станы мощностью 4,4 млн. т проката.

В 1944 г. В.Г. Раевский доказал возможность изменения формы сварных конструкций в пределах упругих деформаций. Впервые в мире была разработана техника сооружения крупногабаритных листовых конструкций методом рулонирования, при котором стены, крыша и днище сваривают под флюсом автоматами в полотнища, тут же в цехах сворачивают их в рулоны, транспортируют и разворачивают на монтажной площадке. Вместо сборки и сварки множества отдельных листов на месте эксплуатации оставалось сварить один вертикальный стык стенки и приварить днище и крышу к стенке [21] (*рис. 6*).

Для индустриального производства резервуаров емкостью до 5 000 м^3 были построены цеха на Куйбы-

Рис. 3. Сварка трактором ТС-17 стыков трубопроводов в полевых условиях

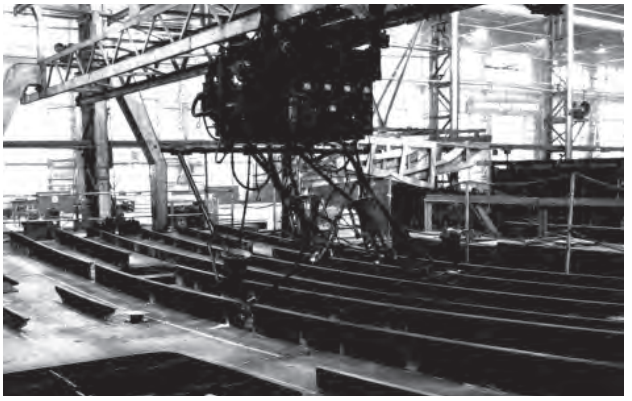


Рис. 4. Сварка палубной секции корабля шланговыми автоматами ПШ-5

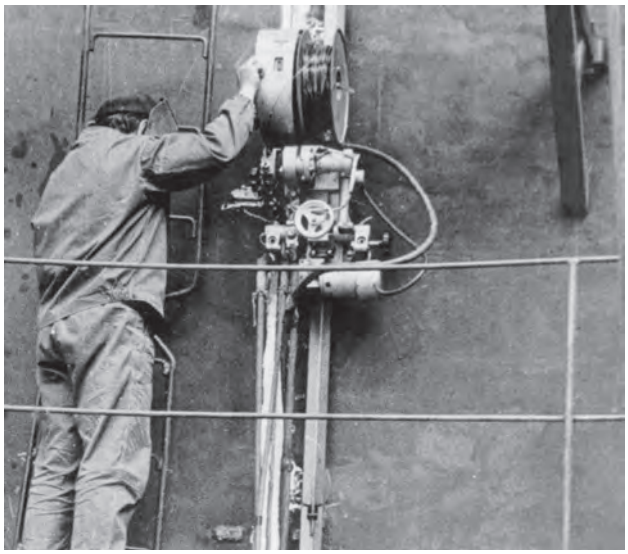


Рис. 5. Впервые в мире была проведена автоматическая сварка вертикальных швов

шевском и Запорожском заводах металлоконструкций. Удалось в десять раз ускорить строительство. Экономический эффект от применения рулонного способа только за первый год составил около 700 тыс. руб. (в 1958 г. работа отмечена Ленинской премией).

В 1945-1950 гг. были выполнены комплексные исследования природы образования трещин и пор в сварных соединениях, разработана теория хрупкого разрушения сварных конструкций и методы оценки свариваемости сталей. Результаты работ послужили основанием для создания новых марок сталей, сварочных материалов и технологий, использованных при производстве ответственных инженерных сооружений. Вершиной работы Е.О. Патона является сооружение в 1953 г. крупнейшего в Европе цельносварного автодорожного моста через р. Днепр в Киеве. Объем автоматической сварки на монтаже, в т. ч. и вертикальных швов, был доведен до 88 %. Всего было выполнено более 10 000 м швов [22, 23] (*рис. 7*).

В 1944-1946 гг. разработана технология автоматической трехэлектродной сварки (Б.Е. Патон, С.Л. Мандельберг и др.), сварки под флюсом электродом, наклоненным вдоль оси шва «углом вперед», расщепленными электродами и др. процессы (А.И. Коренной, Б.И. Медовар и др.), что позволило в несколько раз повысить скорость сварки.

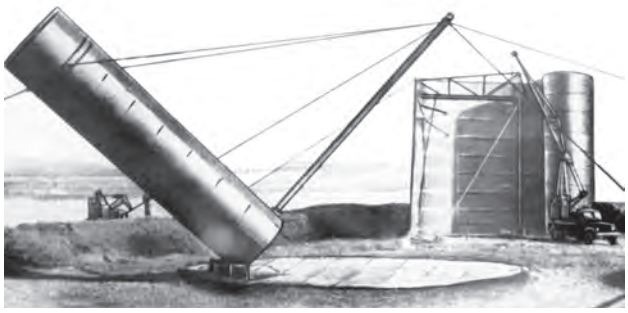


Рис. 6. Монтаж резервуара по новой технологии рулонирования

Рис. 7. Сварка балки для моста им. Е.О. Патона на Днепропетровском заводе металлоконструкций, 1952 г.

В 1946–1947 гг. в ИЭС создана технология сварки со скоростью 160-200 м/ч. В 1949 г. запущен первый непрерывный трубоэлектросварочный стан на Харцызском трубном заводе (*рис. 8*). С 1950-х гг. такие линии начали строиться на др. заводах [24] (Сталинская премия 1950 г., Б.И. Медовар, Р.И. Лашкевич и др.).

Для восстановления изношенных валков и увеличения стойкости прокатных валков, бурового инструмента, вагонных колес и т. п., были созданы материалы и технология наплавки специальными автоматами. Вальценаплавочными станками Краматорского завода тяжелого станкостроения оснастили более 50 металлургических заводов СССР и многие заводы зарубежных стран [10, 11].

Следует отметить и «побочный» результат «максимального выжимания возможностей дуговой сварки под флюсом».

Неожиданный эффект возник при внедрении дуговой сварки вертикальных швов. В 1949 г. было обнаружено, что при большом слое шлака в сварочной ванне дуга гасла, однако процесс плавления кромок и электродной проволоки продолжался проходящим током.

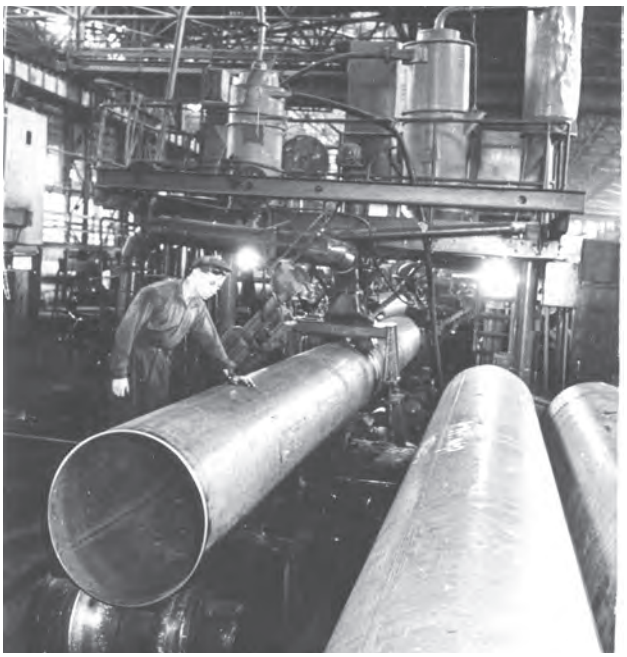


Рис. 8. Цех автоматической сварки Харцызского трубного завода

Новый вид соединения металлов назван электрошлаковой сваркой (ЭШС). В короткий срок были решены проблемы производства нового класса массивных металлических конструкций: сварно-литых, сварнокованых и сварно-прокатных. ЭШС «открыла путь» технологиям, получившим общее название «электрошлаковые технологии» (Б.Е. Патон, Г.З. Волошкевич и др. отмечены Ленинской премией 1957 г.) (*рис. 9*).

В 1949 г. впервые в мире разработана технология дуговой сварки алюминиевых сплавов по слою галоидного флюса (Д.М. Рабкин). Алюминиевые емкости необходимы, в первую очередь, для ракетного топлива. Поточное производство цистерн было налажено на заводе Ждановтяжмаш, алюминиевых котлов – на Киевском заводе «Большевик». Дальнейшие исследования процессов взаимодействия хлора и фтора с компонентами дуговой плазмы и металла ванны позволили создать технологии сварки высокоактивных металлов (титана, ниобия, тантала и др.), и новый вид сварки – А-ТИГ.

Еще в конце 1930-х гг. в ИЭС была разработана стальная сварочная проволока с повышенным содержанием кремния и марганца (В.И. Дятлов), началось внедрение сварки в углекислом газе графитовыми электродами (Н.Г. Остапенко). В конце 1940-х гг. исследованиями Б.Е. Патона электродинамических характеристик сварочных цепей решена проблема разбрызгивания плавящегося электрода и создана дуговая сварка при высокой плотности тока в защитной среде углекислого газа во всех пространственных положениях (в 1963 г. Ленинской премией отмечены К.В. Любавский, Н.М. Новожилов, Д.А. Дудко, А.Г. Потапьевский и др.) (*рис. 10*).

Е.О. Патон – государственные решения в организации сварочного производства в СССР.

Е.О. Патон понимал, что полномасштабное освоение инновационной техники требует правительственных решений и подготовил соответствующий проект. 9 июня 1947 г. Совет Министров СССР издал постановление «О расширении применения в промышленности автоматической электросварки под слоем флюса» [25].

Рис. 9. Б.Е. Патон. Эксперимент по электрошлаковому переплаву, 1971 г.

Постановление предусматривало изготовление на заводах судостроительной и электротехнической промышленности, в мастерских ИЭС и Центрального научно-исследовательского института технологии машиностроения 670 сварочных автоматов с вводом их в эксплуатацию в течение 1,5 лет на 111 заводах. За этот же период 18 промышленных министерств должны были резко увеличить долю автоматической сварки под флюсом в общем объеме сварочных работ, в т. ч. – при производстве пролетных строений мостов – до 90 %, паровых котлов – до 80 %, железнодорожных цистерн – до 60 %, нефтехимической аппаратуры – до 40 %. Планировалось значительно увеличить долю использования прогрессивных технологий в общем объеме сварочных работ. Были выделены необходимые фонды, запланировано открытие сварочных кафедр в вузах, курсов подготовки рабочих. ИЭС было поручено научное и организационное сопровождение всех сварочных работ в стране [3].

Рассчитывая на плодотворное использование в интересах народного хозяйства производственного, технического и научного потенциала оборонной промышленности, советское руководство в то же время не могло не принимать во внимание обстоятельства и условия начавшейся «холодной войны», которая вскоре потребовала незамедлительного комплексного перевооружения армии и флота на качественно новом техническом уровне [26].

Внедрение секционного метода сборки и сварки корпусов оказалось не только сложной технической задачей, но и не рациональной без механизации и автоматизации технологических процессов. Переход к широкому использованию сварки сопровождался глубокими изменениями всех стадий создания судна: конструирования и расчетов прочности судов, оборудования и структуры производства в судостроительных цехах, способов и организации сбо-

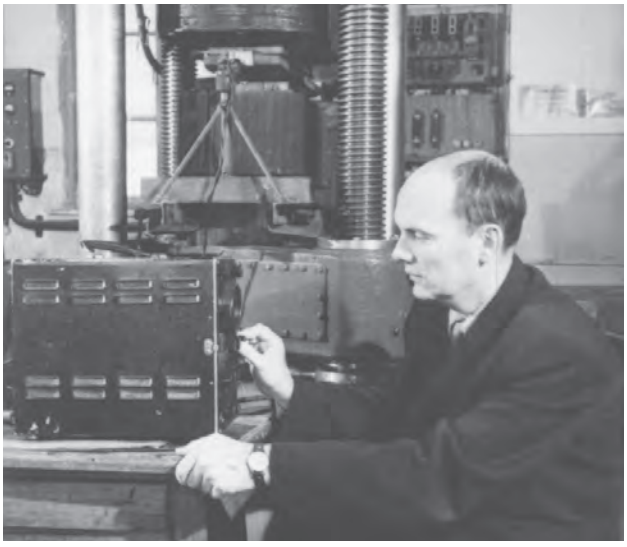


Рис. 10. Б.Е. Патон, исследовав процессы в сварочных цепях, установил требования к источникам питания и заложил научные основы автоматизации сварочных процессов, 1947 г.

рочно-сварочных работ, испытания и сдачи судов. Цикл строительства военных кораблей и крупнотоннажного грузового и промышленного флота на всех судостроительных и судостроительно-судоремонтных заводах страны сократился в два раза. Цельносварные крейсера проекта 68 бис были признаны лучшими в мире кораблями этого класса.

По темпам развития, уровню разработок и масштабам применения автоматической и полуавтоматической сварки СССР опередил др. страны. Общий объем производства сварных конструкций в СССР в 1958 г. составлял 5,9 млн. т. Применение автоматической сварки под флюсом дало возможность в 3,5 раза повысить производительность труда. Только в 1946-1958 гг. внедрение сварки под флюсом позволило высвободить для др. отраслей производства свыше 30 тыс. квалифицированных рабочих.

Организация Е.О. Патоном в послевоенные годы целенаправленных фундаментальных исследований в области сварки под флюсом привела к углублению знаний о физических, металлургических процессах, прочности сварных соединений.

Крупным вкладом Е.О. Патона в организацию науки является проведение целенаправленных научных исследований на всех этапах цикла – от научной идеи до внедрения и промышленной эксплуатации инновационных технологий, регулирование интенсивности комплексно совмещенных исследований на различных этапах, умелое сочетание экономических и административно-директивных методов ускорения внедренческих работ.

В целом, исторический анализ показывает, что несмотря на экономическую блокаду и научно-информационную изоляцию отечественные ученые, конструкторы, изобретатели, организаторы производства успешно решили научные и производственные проблемы высочайшего мирового уровня и оказались в авангарде научно-технического прогресса.

Литература.

1. Highham Ch. Trading with the enemy.// An Expose of the Nazi-American Money Plot 1933-1949. – New York, 1983.

2. Великая Отечественная война Советского Союза 1941-1945. // Краткая история. – М.: Воениздат, 1970. – 571 с.

3. Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам. // Сборник документов за 50 лет. - М., 1968. – Т.3.

4. Containment: Documents on American Policy and Strategy, 1945-1950. - N.Y.: Columbia University Press, 1978.

5. Черчилль У. Мускулы мира. - М., 2002. – 481 с.

6. The Great Documents Deluge. Society for Historians of American Foreign Relations. -N.Y., 1976.

7. Шерри М. Подготовка к следующей войне. - М.: Изд-во «Мир», 1977.

8. Патон Е.О., Севбо П.И., Раевский Г.В., Патон Б.Е. Автоматическая сварка под флюсом строительных металлоконструкций. - М.: Стройиздат., 1944. – 70 с.

9. Патон Є.О. До історії розвитку автоматичного електродугового зварювання // Вісті АН УРСР. – 1941. – № 2/3. – С. 3-12.

10. Матійко М.М. Розвиток дугового електрозварювання на Україні. – К.: Вид-во АН УССР. – 1960. – 155 с.

11. Чеканов А.А. История автоматической электросварки. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 159 с.

12. Патон Б.Е., Макара А.М. Экспериментальное исследование процесса сварки под слоем флюса. - Киев: Изд-во АН УССР, 1944. – 92 с.

13. Основные направления развития сварочной техники и науки о сварке в СССР в 1946-1958 гг. // Сварка в СССР. - М.: Наука, 1982. – Т. 1. – С. 77-102.

14. Патон Е.О. Воспоминания. - К.: Гослитиздат Украины, 1955.

15. Патон Е.О. О первенстве советской науки и техники в области сварки под флюсом. – Киев: Ин-т электросварки, 1951. – 32 с.

16. Волошкевич Г.З. Автоматическая сварка в системе поточного производства железнодорожных цистерн. // Сборник трудов по автоматической сварке. – К.: Изд-во АН УССР, 1948. – № 1.

17. Автоматическая сварка под флюсом / Под ред. Е.О. Патона. – К.; М.: Машгиз, 1948. – 344 с.

18. Патон Б.Е. Сварка длинным, гибким электродом под флюсом. // Автогенное дело. – 1945. – № 1. – С. 1-2.

19. Патон Б.Е. Развитие автоматической электросварки под флюсом за годы войны. // Электричество. – 1945. – № 3. – С. 3-5.

20. Казимиров А.А. Автоматическая сварка в речном судостроении. // Юбилейный сборник, посвященный 80-летию Е.О. Патона. – К.: Изд-во АН УССР, 1951. – С. 183-212.

21. Раевский Г.В. Изготовление стальных вертикальных цилиндрических резервуаров методом сворачивания. - М.; Л.: Гостехиздат. – 1952. – 115 с.

22. Патон Е.О., Шеверницкий В.В. Сталь для сварных мостов. – В кн.: Труды по автоматической сварке под флюсом. - Киев: Изд-во АН УССР, 1949. – № 6. – С. 3-7.

23. Автоматическая сварка под флюсом. / Под ред. Е.О. Патона. - Киев, М.: Машгиз. – 1953. – 396 с.

24. Медовар Б.И. Автоматическая сварка под флюсом наклонным электродом. – Киев: Изд-во АН УССР, 1947. – 83 с.

25. История социалистической экономики СССР. М., Т.6. – 1980.

26. Информационный ресурс: http://refwin.ru/4222424443.html.

#1876

все для сварки
5–2019
ТОРГОВЫЙ РЯД
Рекламно-информационное приложение к журналу «Сварщик»
ПРАЙС-ОБОЗРЕНИЕ

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие

I. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

I.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

I.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

Свар.агрег. DENYO DLW-300LS, одноп., диз.дв., вод. охл., 30-280А, 10,4кВА	**шт.**	**договорная**	**(044) 383 18 12, (095) 899 18 22**	**Рентстор ООО**
Свар.агрег. DENYO DLW-400LSW, одноп., диз.дв., вод. охл., 60-380А, 15кВА	**шт.**	**договорная**	**(044) 383 18 12, (095) 899 18 22**	**Рентстор ООО**
Свар.агрег. DENYO DCW-480ESW Evo III Limited Edition CC/CV, двухпост., диз.двиг., вод. охл., на одном посту 60-480А, на двух 30-280А, 15кВА	**шт.**	**договорная**	**(044) 383 18 12, (095) 899 18 22**	**Рентстор ООО**

I.0120. Выпрямители сварочные

ВДМ-630, 1202, 1601, 2001	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверторы для MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккум.	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW - 333 («Cemont»)	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

I.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

Установки для аргонодуговой сварки Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ТТ-1600, МВ-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG	шт.	от 6 500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
TIG-200P AC/DC	**шт.**	**21 000**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

I.0130. Трансформаторы сварочные

Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	**шт.**	**от 4 635**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

I.0140. Сварочные механизированные аппараты (полуавтоматы для дуговой сварки)

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø 0,8-3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. копмлекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверт. свар. комплексы HC 500D, HC350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø 0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ТР-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10-150 А	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
П/а промышл. «Варио Стар» (160-400 А) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Инверторные п/а, 160-350 А, горелки к п/а и расходные материалы	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216	**к/шт.**	**от 10 800**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
П/автомат FAN MIG 404 GP (Synergy) 400 А, сварка всех сталей и Al	**шт.**	**27 000**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

I.0150. Автоматы для дуговой сварки

Свар. трактор HS-1000 с инвер. ИП для одно- и двухдуговой сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора ТС-18М, ТС-77А, А-1698, ТС-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Аппараты для дуговой сварки Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

тел./факс +380 44 200 8014, 200 8018 e-mail: welder.kiev@gmail.com www.welder.stc-paton.com

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие

PLASMA
Витратні деталі, що є сумісні більш ніж з 100 системами плазмової різки відомих світових виробників таких як HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN® и т. д.

LASER
Витратні деталі та аксесуари сумісні з TRUMPF®, BYSTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI® и т. д.

THERMACUT
THE CUTTING COMPANY

OXY-FUEL
Витратні деталі сумісні з системами газової різки відомих світових виробників MESSER®, HARRIS®, ESAB®, TANAKA®

АПАРАТИ ПЛАЗМОВОГО РІЗАННЯ
EX-TRAFIRE®30H
EX-TRAFIRE®30SC
EX-TRAFIRE®40SD
EX-TRAFIRE®55SD
EX-TRAFIRE®75SD
EX-TRAFIRE®105SD.
Плазмотрони FHT-EX розробки THERMACUT.

ТОВ «Термакат Україна ГмбХ»
вул. Петропавлівська, 24
08130, с. Петропавлівська Борщагівка
тел./факс: (044) 403-16-99
e-mail: info@thermacut.ua

www.thermacut.com

м. Київ: (050) 336-33-91
(050) 444-22-45
м. Миколаїв: (050) 333-81-61
м. Харків: (050) 417-60-68
м. Львів (050) 382-46-68

HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN®, TRUMPF®, BYSTRONIC®, PRECITEC® AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI®, MESSER®, HARRIS® є зареєстрованими торговими марками. THERMACUT ніяким чином не пов'язані з даними виробниками.

I.0160. Аппараты для воздушно-плазменной резки металлов и сплавов, запасные части

Плазмотроны ВПР-9, ВПР-15, ПВР-402, расход. материалы, комплект. (Binzel)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Киев-1 (толщ. реза до 8 мм), Киев-4 (толщ. реза до 80 мм)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
CUT 70, CUT 100, CUT 120, CUT 160	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0170. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки

Сварочные роботы Fanuc	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Системы автоматизации сварки Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО

I.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель	шт.	58,20	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0200. Машины контактной сварки и комплектующие

Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. - Al (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогабарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Ремонт и восстановление машин контактной сварки, купим машины контактные	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации

I.0310. Машины для термической резки металлов

Машины газорезательные – «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М», «Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0320. Комплексы для электродуговой металлизации

I.0330. Горелки и резаки газокислородные

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая ГЗУ, Г2 МАФ (након. №2-4), ЗИПы	шт.	от 126	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Комплекты газосварщика, кислор.-флюс. резки, клапана предохр., огнепреград., пост газосварщика (П)	шт.	от 360	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Резаки машинные, пропановые, ацетилен. ручн. резки, МАФ-газ (до 100 мм), жидкотопл. (бензин, керосин, ДТ) до 300 мм, ЗИПы	шт.	от 168	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0340. Генераторы ацетиленовые

Генераторы (Воронеж, Россия) АСП-10, АСП-15, АСП-14, (сухой и водяной затворы), зап. части к АСП	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0350. Редукторы, вентили, смесители, затворы, клапаны

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород., пропановый ВБ-2, ВБ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0360. Установки для газотермического напыления

I.0370. Карбид кальция

Карбид кальция (Словакия) по 100 кг, по 3, 5, 10 кг (пластик. ведра)	кг	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

- Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO_2 и смесях (MB EVO PRO, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60–750 A, газовое и жидкостное охлаждение)
- Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80–500 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200–2800 / 200–800 A).
- Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOOL L1000, ABICOOL L1250).
- Редукторы газовые.

ПИИ ООО
«Бинцель Украина ГмбХ»

Тел./факс:
(044) 290-90-89, 403-13-99
(044) 403-14-99, 403-15-99

г. Киев: (050) 462-72-30
г. Николаев: (050) 333-81-61
г. Харьков: (050) 417-60-68
г. Львов: (050) 382-46-68
e-mail: info@binzel.kiev.ua

ABICOR BINZEL®

www.binzel-abicor.com

- Плазмотроны (ABIPLAS® CUT, ABICUT / 30–200 A, воздушное и жидкостное охлаждение).
- Установки ВПР JÄCKLE Plasma (25–300 A).
- Строгачи для строжки графитовым электродом (K10–K20 / 500–1500 A).
- Графитовые электроды ABIARC, вольфрамовые электроды WR2, WP, E3®.
- Средства защиты обрабатываемой поверхности ABIBLUE.
- Маски сварщика.
- Керамические подкладки.
- Весь спектр расходных материалов и другие принадлежности сварочного поста.

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
I.0380. Рукава и шланги				
Рукав кислородный (Беларусь), ацетиленовый и кислород. цветной	м	от 6,30	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0390. Баллоны газовые				
Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO_2) 50, 27, 12, 5 л	шт.	от 144	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления				
I.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию				
I.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки				
Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним				
Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Горелки для аргонодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплет. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0530. Реостаты балластные				
Реостаты балластные	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
I.0540. Инструменты				
Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0550. Электроинструменты				
I.0560. Кабельно-проводниковая продукция				
Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, наконечники каб. луженые 16, 25, 35, 50 мм²	м/шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0570 Прочие комплектующие				
Контакторы КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы	шт	от 840	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
I.0600. Оборудование для термической обработки				
I.0700. Средства для защиты металла и оборудования				
Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзофикс», 300 г, для травл. нерж. стали. TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Защита: от налип. брызг, антикорр. «APK/MPC», 10 л, «Black Jack», 500 мл, «Autravit'VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл,	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «Antiperr 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие

II. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

II.0100. Электроды покрытые металлические

II.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
АНО-4 (Э46), МР-3 (Э46), АНО-21 (Э46), УОНИ-13/55 (Э50А), УОНИ 13/45 (Э42А), повыш. кач.	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**
ЦЛ-39 (Э-09Х1МФ), ЦУ-5 (Э-50А), ТМЛ-3У (Э-09Х1МФ), ТМЛ-1У (Э-09Х1М), ТМУ-21У (Э50А)	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0120. Для сварки нержавеющих сталей

Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ОЗЛ-6, ЦЛ-11, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, ЗИО-8, НИИ-48Г, НЖ-13	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**
ЭА-395/9 (Э-11Х15Н25М6АГ2), ЭА-400/10У (Э-07Х19Н11М3Г2Ф)	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

II.0140. Для сварки чугуна

МНЧ-2, ЦЧ-4	**кг**	**от 102**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0150. Для наплавки

Т-590, Т-620, ЭН-60М; ОЗН-6, ОЗН-300, ОЗН-400, НР-70, ЦН-6Л, ЦН-12М	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0160. Для резки

АНР-2М, АНР-3 Ø 4; 5 мм	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0200. Электроды неплавящиеся

Электроды вольфрамовые (Германия, Китай)	**шт.**	**от 10,0**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

II.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг, Китай	**кг**	**от 15,0**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**
Проволока Св-08А	**кг**	**9,30**	**(044) 200-8056, 200-8049**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0320. Для сварки нержавеющих сталей

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Св-07Х25Н13 Ø 1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8С3Б (ЭП-305) Ø 2,0 мм, Св-08Х20Н9Г7Т Ø 1,6, 3,0, 4,0 мм	**кг**	**69-75**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

Проволоки д/сварки алюминия на кат., в бухтах, прутках, Ø 0,8-4,0 мм	**кг**	**от 87**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

II.0340. Для сварки чугуна

ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø 1,2-3,0 мм	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

Сварочные электроды ET-02
с рутил-целлюлозным покрытием

РАБОТАЕМ ЭКОТЕХНОЛОГИЯ С 1991 ГОДА

Тел.: (044) 200 80 56, м. (050) 352 58 67, (050) 310 58 63
e-mail: sales@et.ua , www.welderbest.com.ua

- легкий поджиг
- устойчивое горение дуги
- легкий повторный поджиг
- сварка во всех пространственных положениях!!!
- идеальный шов
- легкое отделение шлака
- высокий коэффициент наплавки
- надежное сварное соединение!!!

ВАШ ЛУЧШИЙ ВЫБОР!

ФЛЮС СВАРОЧНЫЙ АН-348А

Оптом и в розницу всегда на складе в Киеве – от дистрибьютора (доставка заказчику), фасовка мешок 50 кг, полипропилен.

ДП «Экотехнология»
тел. (044) 200-80-42
м. (050) 311-34-41

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
II.0400. Проволока порошковая				
II.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей				
Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ПП-АН1 Ø 2,8 мм, ППР - ЭК1 (для подводной сварки)	кг	договорная	(044) 200-8088, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
II.0420. Для наплавки				
ПП-Нп-30ХГСА	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
II.0430. Для резки				
ППР - ЭК4	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
II.0500. Флюсы плавленые и керамические				
II.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей				
АН-47, АН-348А, АН-26	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
III. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ				
III.0100. Инертные газы (аргон, гелий)				
III.0200. Активные газы (кислород, углекислый газ, водород, азот)				
Кислород, углекислота, азот	балл.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП ООО
III.0300. Газовые смеси				
Аргон, азот, ацетилен, спец.свар. смеси	балл.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
IV. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ				
IV.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие				
Маски сварщика в ассорт., АСФ маска («Speedglass»), щитки свар. и очки защитные в ассорт., шлем пескоструйщика «Кивер», дробеструйщика	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
IV.0200. Специальная одежда и обувь				
Щитки защитные НБТ, костюм, перчатки, краги и рукавицы сварщика, обувь раб. в ассорт.	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
IV.0300. Средства индивидуальной защиты				
Фильтры сменные, респираторные маски (с клапаном, без клапана) и полумаски	шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
V. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ				
V.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля				
Термоиндикаторные карандаши на 50-1200 °С «LA-CO» (США)	шт.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП ООО
Любые приборы контроля и диагностики под заказ	шт.	договорная	(044) 248-7336, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
VI. УСЛУГИ				
VI.0100. Услуги				
Разработка и внедрение технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

Алфавитный указатель компаний-участников журнала «Сварщик»

Bohler Welding by Voestalpine .....т. +43 503 04 150, info@voestalpine.com, www.voestalpine.com/welding

Амити ООО.....т. (0 512) 23 01 08, ф. 58 12 08

Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО.....т./ф. (0 44) 290 90 89, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99

Велдотерм-Україна ТОВ .....т./ф. (0 3472) 60 330, weldotherm@ukr.net

Велтек ТМ ООО.....т./ф. (0 44) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09, 200 87 27

Витаполис ООО, ТОДО+ ООО..... т./ф. (0 44) 401 64 06, м. (096) 003 03 03, (096) 462 97 03

Джейсик Украина ООО.....т. (0 44) 200 16 55, м. (067) 486 96 37

Запорожстеклофлюс ЧАО.....т./ф. (0 61) 239 70 61, 239 70 70, 239 70 77

ЗОНТ ОДО.....т. (0 48) 717 00 50, ф. 715 69 50

Интерхим-БТВ ООО .....т. (0 44) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62

Линде Газ Украина ЧАО .....т./ф. (0 562) 35 12 25, 35 12 28, (0 56) 790 03 33, (0 800) 30 51 51

МВЦ ООО .....т. (0 44) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58

Мигатехиндустрия ООО .....т. (0 44) 360 25 21, 500 58 59

НАВКО – ТЕХ НПФ ООО .....т. (0 44) 456 40 20, ф. 456 83 53

ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона ООО.....т./ф. (0 44) 259 40 00 (многокан.), office@paton.ua

Промавтосварка НТЦ ЧП.....т./ф. (0 629) 37 97 31, (0 44) 222 90 26, м. (067) 627 41 51

Рентстор ООО .....т. (0 44) 383 18 12, м. (095) 899 18 22

Саммит ООО.....т./ф. (0 56) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24

СЕВИД ЧП КП.....т.(0552) 32 84 31, 32 84 35, м.(067) 550 11 87

Сумы-Электрод ООО .....т. (0 542) 22 54 37, ф. 22 54 38, 22 13 42

Термакат Украина Гмбх ООО ..... т./ф. (0 44) 403 16 99, м. (050) 336 33 91

Технолазер-Сварка ООО .....т. (0 512) 50 10 01, 57 21 27, т. 36 91 20

Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона ООО.....т. (0 44) 287 27 16, 200 80 42

Триада-Сварка ООО - Triada Welding .....т. (0 61) 233 10 58, 220 00 79, м. (067) 333 10 58, (050) 322 95 93

ФАНУК УКРАИНА ООО .....т. (0 44) 531 55 50, ф. 337 83 51, м. (095) 827 14 41, info@fanuc.ua

Фрониус Украина ООО.....т. (0 44) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44

Экотехнология ДП ООО.....т./ф. (0 44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

Энергия Сварка ГмБХ ООО.....т. (0 612) 96 72 45, 96 49 45, ф. 96 06 81

Экотехнология ДП ООО.....т./ф. (044) 200 80 56 (многокан.) 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

Подписка-2019 на журнал «Сварщик»

подписной индекс 22405. Подписку на журнал можно оформить у региональных представителей:

Город	*Название подписного агентства*	*Телефон*
Днепр	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Киев	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Николаев	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

*Название книги . . . . . Цена (грн.)**

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко. **Кислородная резка и внепечной нагрев в тяжелом машиностроении.** 2017.— 368 с. 120

В. И. Лакомский, М. А. Фридман. **Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами.** 2004.— 196 с. 70

А. А. Кайдалов. **Электронно-лучевая сварка и смежные технологии.** Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004.— 260 с. . . . 70

О. С. Осика та ін. **Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології.** 2005.— 256 с. 70

В. М. Корж. **Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник.** 2005.— 196 с. 70

В. Я. Кононенко. **Газовая сварка и резка.** 2005.— 208 с. 70

С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. **Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология.** 2006.— 368 с. 100

А. Я. Ищенко и др. **Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях.** 2006.— 112 с. 70

П. М. Корольков. **Термическая обработка сварных соединений.** 3-е изд., перераб. и доп. 2006.— 176 с. 70

А. Е. Анохов, П. М. Корольков. **Сварка и термическая обработка в энергетике.** 2006.— 320 с. 70

Г. И. Лащенко. **Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом.** 2006.— 384 с. 70

А. А. Кайдалов. **Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов.** 2007.— 456 с. . . . 70

П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. **Плазменная наплавка.** 2007.— 292 с. 70

А. Г. Потапьевский. **Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах.** 2007.— 192 с. 70

Г. И. Лащенко, Ю. В. Демченко. **Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций.** 2008.— 168 с. 70

Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. **Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги.** 2008.— 248 с. 70

З. А. Сидлин. **Производство электродов для ручной дуговой сварки.** 2009.— 464 с. 120

В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. **Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении.** 2009.— 400 с. 100

В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. **Обработка металлов водородно-кислородным пламенем.** 2010 — 194 с. . . . 70

****Г. И. Лащенко.* Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с.** 80

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки
** Продается только в электронной версии.
Электронные версии книг стоят в два раза дешевле.

Подписка-2019 на журнал «Сварщик» в каталоге «Укрпочта» Подписной индекс 22405

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: **03150, Киев–150, а/я 337, «Сварщик».**

1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864
1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871
1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878
1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885
1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892
1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

_____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

_____

_____

«_____» _____ 2019 г.

_____

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

_____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

_____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2019 г.

На внутренних страницах		
Площадь	*Размер, мм*	*Грн.**
1 полоса	210×295	**5000**
1/2 полосы	180×125	**2600**
1/4 полосы	88×125	**1300**

На страницах основной обложки		
Страница	*Размер, мм*	*Грн.**
1 (первая)	215×175	**12000**
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	**8000**
2 и 7		**7000**

На страницах внутренней обложки		
Стр. (площадь)	*Размер, мм*	*Грн.**
3–4 (1 полоса)	210×295	**6000**
5–6 (1 полоса)	210×295	**5500**
5–6 (1/2 полосы)	180×125	**2800**

Визитка или микромодульная реклама		
Площадь	*Размер, мм*	*Грн.**
1/16	90×26	**360**

* (все цены в грн. с НДС):
Рекламно-техническая статья: 1 полоса (стр.) — **2100 грн.**

Блочная ч-б реклама и строчные позиции на страницах рекламно-информационного приложения «Все для сварки. Торговый ряд»

Часть площади стр.	*Размер, мм (гор. или верт.)*	*Цена, грн. с НДС*
1/2	180×125	700
1/3	180×80 или 88×160	600
1/4	180×60 или 88×120	500
1/6	180×40 или 88×80	400
1/8	180×30 или 88×60	300
1/16	180×15 или 88×30	200

Строчные ч-б позиции

Кол-во позиций	*Обычные позиции, грн.*	*Выделенные позиции, грн.*
10	400	**500**
15	600	**750**
20	800	**1000**

Прогрессивная система скидок

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»: формат издания после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 15 мм.

Файлы принимаются в форматах: PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PNG, WMF PSD, EPS, CDR с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветовая модель CMYK, текст в кривых, если нет шрифтов. Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

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

Зам. гл. ред., рук. ред., **В. Г. Абрамишвили,** к. ф.-м. н.:
тел./факс: (044) **200-80-14,**
м. (050) **413-98-86,** (095) **146-06-91**
e-mail: welder.kiev@gmail.com
www.welder.stc-paton.com