

Информационно-технический журнал **Сварщик**™

Технологии
Производство
Сервис



№ 6 (28) 2002

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

Журнал выходит 6 раз в год

Издается с апреля 1998 г.

Подписной индекс **22405**

Учредители:

Институт электросварки
им. Е. О. Патона НАН Украины,
Государственное внедренческое
предприятие «Экотехнология»

Издатель:

ГВП «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают:

Общество сварщиков Украины,
Национальный технический
университет Украины «КПИ»



Ukraine

Журнал издается при содействии
Проекта УКР/98/006 «Обмен
технологической информацией в Украине
для поддержки экономических
преобразований» Программы Развития
Организации Объединенных Наций

Редакционная коллегия:

В. Н. Бернадский, Ю. К. Бондаренко,
Ю. Я. Грецкий, Л. Н. Горбань,
В. М. Илюшенко, В. Ф. Квасницкий,
Н. М. Кононов, П. А. Косенко,
В. Н. Липодаев, А. А. Мазур,
В. А. Метлицкий, Я. И. Микитин,
Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин,
П. П. Проценко, В. Н. Радзиевский,
И. А. Рябцев, А. М. Сливинский,
Г. М. Шеленков, А. В. Щербак,
Я. М. Юзькив

Главный редактор

К. А. Ющенко

Заместители главного редактора

Б. В. Юрлов, В. Г. Фартушный

Редакционная группа:

Литературный редактор

А. Л. Берзина

Ответственный секретарь

Т. Н. Мишина

Реклама

В. А. Никитенко, Т. Н. Мишина,
Н. В. Кильчевский

Художники

А. Е. Рублева, В. Ю. Демченко

Компьютерный набор

А. Е. Рублева

Верстка и компьютерная обработка

Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 62

Телефон

+380 (44) 268-3523, 227-6502

Факс

+380 (44) 227-6502

E-mail

welder@svitonline.com

URL

<http://www.et.ua/welder/>

Представительство в Беларуси

Минск, Вячеслав Дмитриевич Сиваков
+375 (17) 213-1991, 246-4245

Представительство в России

Москва, Александр Николаевич Тымчук
+7 (095) 291-7733 (т./ф.)
e-mail: welder@sovintel.ru; www.welder.ru
ООО «АНТ «Интеграция»

Представительство в Прибалтике

Вильнюс, Александр Шахов
+370 (2) 47-43-01
ПФ «Рекламос Центрас»

За достоверность информации и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Предоставленные материалы должны быть напечатаны с указанием авторов, адреса, телефона. Редакция сохраняет за собой право редактировать и сокращать содержание статей. Переписка с читателями только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать 04.12.2002. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная №1. Гарнитура HeliosCondLight. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 04/12 от 4 декабря 2002 г. Тираж 3000 экз.

Печать ООО «Людопринт Украина», 2002
01023 Киев, ул. Ш. Руставели, 39-41, к. 1012-1014. Тел. (044) 220-0879, 227-4280.

© «Экотехнология», «Сварщик», 2002

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологии	3
Производственный опыт	
■ Термообработка сварных соединений на компрессорной станции «Береговая» газопровода Россия–Турция («Голубой поток»).	
<i>А. А. Шуляк, Н. И. Петриди, П. М. Корольков</i>	6
■ Плазменная резка на ОАО «Днепровагонмаш».	
<i>Н. М. Кононов, Ю. А. Писаревский, Н. С. Грачев</i>	9
■ Сварка аустенитной стали 10X13Г18ДУ (ДИ–61У) при изготовлении дизель– и электропоездов на ХК «Лугансктепловоз».	
<i>А. И. Гедрович, И. А. Гальцов, А. Б. Жидков, А. Н. Ткаченко</i>	10
■ Научно–техническая конференция «Обработка, сварка и упрочнение конструкционных материалов. Качество и перспективы развития».	
<i>Ю. А. Харламов</i>	11
Технологии и оборудование	
■ Универсальная установка «Патон А–500».	
<i>Н. М. Воропай, В. А. Мищенко, В. А. Титов, В. П. Золотов</i>	12
■ Сварочное оборудование АО «КЗЭСО» для судостроения.	
<i>2-й научно–практический семинар специалистов судостроительных заводов (25–26 сентября 2002 г.)</i>	14
■ «Дефектоскопия 2002»	15
■ Новая сварочная техника ОАО «Фирма «СЭЛМА».	
<i>Международный практический семинар главных сварщиков предприятий тяжелой промышленности (3–6 сентября 2002 г.)</i>	16
■ Плазменная поверхностная закалка. <i>С. В. Петров, А. Г. Сааков</i>	18
■ Модернизация установки для автоматической сварки крупногабаритных цилиндрических емкостей. <i>М. Шомски, П. Хорбай, Д. Миколай</i>	20
■ Искусственные нейронные сети и нечеткая логика в системах автоматического контроля и управления сварочными процессами.	
<i>Н. В. Подола, В. С. Гавриш, П. М. Руденко</i>	38
Наши консультации	40
Некролог	
■ Памяти Георгия Николаевича Кораба	41
■ Памяти Леонида Ивановича Миходуя	41
Стандартизация	
■ Стандартизация электронно–лучевой и лазерной сварки в СНГ.	
<i>И. Л. Поболь, А. А. Кайдалов</i>	42
Подготовка кадров	
■ Учебные программы на 2003 г. Межотраслевого учебно–аттестационного центра ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины	46
■ Познавательная психология и биомеханика движения мышц в обучении сварщиков. <i>Р. Яцшембский, А. Стенцель, А. Тройнацкий</i>	48
Экономика сварочного производства	
■ Производство сварочных материалов в странах СНГ в 2001 г. <i>П. В. Игнатченко</i> ..	50
Памятные даты	
■ Георгий Александрович Николаев: «Утвердите правдивую историю техники!»	
<i>А. Н. Корниенко</i>	52
■ К 90–летию со дня рождения И. И. Фруммина. <i>И. А. Рябцев</i>	54
Анкета–2003	55



2002

Сварщик

Інформаційно-технічний журнал

Технології
Виробництва
Сервіс



Журнал виходить 6 разів на рік
Видається з квітня 1998 р.
Передплатний індекс **22405**

№ 6 (28) 2002

Свідоцтво про реєстрацію KB № 3102 від 09.03.98

Засновники:

Інститут електрозварювання
ім. Є. О. Патона НАН України,
Державне впроваджувальне
підприємство «Екотехнологія»

Видавець:

ДВП «Екотехнологія»

Видання журналу підтримують:

Товариство зварників України,
Національний технічний
університет України «КПІ»



Ukraine

Журнал видається за сприяння
Проекту УКР/98/006 «Обмін
технологічною інформацією в Україні
для підтримки економічних
перетворень» Програми Розвитку
Організації Об'єднаних Націй

Редакційна колегія:

В. М. Бернадський, Ю. К. Бондаренко,
Ю. Я. Грецький, Л. М. Горбань,
В. М. Ілюшенко, В. Ф. Квасницький,
М. М. Кононов, П. О. Косенко,
В. М. Ліподаєв, О. А. Мазур,
В. О. Метлицький, Я. І. Мікітін,
Г. В. Павленко, В. М. Проскудін,
П. П. Проценко, В. М. Радзівський,
І. О. Рябцев, А. М. Сливинський,
Г. М. Шеленков, О. В. Щербак,
Я. М. Юзьків

Головний редактор

К. А. Ющенко

Заступники головного редактора

Б. В. Юрлов, В. Г. Фартушній

Редакційна група:

Літературний редактор

Г. Л. Берзіна

Відповідальний секретар

Т. М. Мішина

Реклама

В. А. Нікітенко, Т. М. Мішина,
М. В. Кільчевський

Художники

А. Є. Рубльова, В. Ю. Демченко

Комп'ютерний набір

А. Є. Рубльова

Верстка та комп'ютерна обробка

Т. Д. Пашигорова

Адреса редакції

03150 Київ, вул. Горького, 62

Телефон

+380 (44) 268-3523, 227-6502

Факс

+380 (44) 227-6502

E-mail

welder@svitonline.com

URL

<http://www.et.ua/welder/>

Представництво в Білорусі

Мінськ, Вячеслав Дмитрович Сіваков
+375 (17) 213-1991, 246-4245

Представництво в Росії

Москва, Олександр Миколайович Тимчук
+7 (095) 291-7733 (т./ф.)
e-mail: welder@sovintel.ru; www.welder.ru
ТОВ «АНТ «Інтеграція»

Представництво в Прибалтиці

Вільнюс, Олександр Шахов
+370 (2) 47-43-01
ПФ «Рекламос Центрас»

За достовірність інформації та реклами відповідальність несуть автори та рекламодавці. Думка авторів статей не завжди збігається з позицією редакції. Рукописи не рецензуються і не повертаються.

Представлені матеріали повинні бути надруковані із зазначенням адреси, телефону. Редакція зберігає за собою право редагувати та скорочувати зміст статей. Листування з читачами тільки на сторінках журналу. У разі використання матеріалів у будь-якій формі посилання на «Сварщик» обов'язкове.

Підписано до друку 04.12.2002. Формат 60x84 1/8. Офсетний друк. Папір офсетний №1. Гарнітура HeliosCondLight. Ум. друк. арк. 5,0. Обл.-вид. арк. 5,2. Зам. № 04/12 від 4 грудня 2002 р. Тираж 3000 прим.

Друк ТОВ «Людопринт Україна», 2002
01023 Київ, вул. Ш. Руставелі, 39-41, к. 1012-1014. Тел. (044) 220-0879, 227-4280.

© «Екотехнологія», «Сварщик», 2002

ЗМІСТ

Видання техніки та технології	3
Виробничий досвід	
■ Термообробка зварних з'єднань на компресорній станції «Берегова» газопроводу Росія-Турція («Блакитний потік»). А. А. Шуляк, М. І. Петріди, П. М. Корольков.	6
■ Плазмове різання на ВАТ «Дніпровагонмаш». М. М. Кононов, Ю. О. Писаревський, М. С. Грачов	9
■ Зварювання аустенітної сталі 10X13Г18ДУ (ДИ-61У) при виготовленні дизель-та електропозвідів на ХК «Луганськтепловоз». О. І. Гедрович, І. А. Гальцов, А. Б. Жидков, А. М. Ткаченко.	10
■ Науково-технічна конференція «Обробка, зварювання та зміцнення конструкційних матеріалів. Якість і перспективи розвитку». Ю. О. Харламов	11
Технології та обладнання	
■ Універсальна установка «Патон А-500». М. М. Воропай, В. А. Мішенков, В. О. Тітов, В. П. Золотов	12
■ Зварювальне устаткування АТ «КЗЕУ» для суднобудування. 2-й науково-практичний семінар фахівців суднобудівних заводів (25-26 вересня 2002 р.)	14
■ «Дефектоскопія 2002»	15
■ Нова зварювальна техніка ВАТ «Фірма «СЕЛМА». Міжнародний практичний семінар головних зварників підприємств важкої промисловості (3-6 вересня 2002 р.)	16
■ Плазмове поверхневе гартування. С. В. Петров, О. Г. Сааков	18
■ Модернізація установки для автоматичного зварювання крупногабаритних циліндричних ємностей. М. Шомські, П. Хорбай, Д. Миколай	20
■ Штучні нейронні мережі та нечітка логіка в системах автоматичного контролю та управління зварювальними процесами. М. В. Подола, В. С. Гавриш, П. М. Руденко	38
Наші консультації	40
Некролог	
■ Пам'яті Георгія Миколайовича Кораба	41
■ Пам'яті Леоніда Івановича Міходуя	41
Стандартизація	
■ Стандартизація електронно-променевого та лазерного зварювання в СНД. І. Л. Поболь, А. А. Кайдалов	42
Підготовка кадрів	
■ Учбові програми на 2003 р. Міжгалузевого учбово-атестаційного центру ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України	46
■ Пізнавальна психологія та біомеханіка руху м'язів у навчанні зварників. Р. Ястшембський, А. Стенцель, А. Тройнацькі	48
Економіка зварювального виробництва	
■ Виробництво зварювальних матеріалів в країнах СНД в 2001 р. П. В. Ігнатченко	50
Пам'ятні дати	
■ Георгій Олександрович Ніколаєв: «Затвердіть правдиву історію техніки!» А. М. Корнієнко	52
■ До 90-річчя з дня народження І. І. Фрумїна. І. А. Рябцев	54
Анкета-2003	55

CONTENTS

News in Equipment and Technology	3
Production experience	
■ Thermal treatment of weld joints in compressing station «Beregovaya» of gas pipeline Russia-Turkey («Goluboy potok»). A. A. Shulyak, N. I. Petridi, P. M. Korol'kov.	6
■ Plasma cutting in JSC «Dneprovagonmash». N. M. Kononov, Yu. A. Pisarevskiy, N. S. Grachev.	9
■ Welding of austenitic steel 10Ch13G18DU (DI-61U) during production of diesel- and electrotrains in HC «Luganskteplovoz». A. I. Gedrovich, I. A. Gal'tsov, A. B. Zhidkov, A. N. Tkachenko	10
■ Scientific and technical conference «Treatment, welding and strengthening of structural materials. Quality and perspectives of development». Yu. A. Kharlamov.	11
Technologies and equipment	
■ Universal installation «Paton A-500». N. M. Voropay, V. A. Mishenkov, V. O. Titov, V. P. Zolotov	12
■ Welding equipment of JSC «KZESU» for shipbuilding. 2-nd scientific and technical seminar of specialists of shipbuilding plants (September 25-26, 2002)	14
■ «Defectoscopy 2002»	15
■ New welding technique of JSC «Firm «SELMA». International practical seminar of chief welders of enterprises of heavy industry (September 3-6, 2002)	16
■ Plasma surface hardening. S. V. Petrov, A. G. Saakov	18
■ Modernization of installation for automatic welding of big sized cylindrical tanks. M. Shomskiy, P. Horbaj, D. Mikolaj	20
■ Artificial neuron nets and indistinct logic in systems of automatic monitoring and control of welding processes. N. V. Podola, V. S. Gavriush, P. M. Rudenko	38
Our Consultations	40
Obituary	
■ To memory of Georgiy Nikolayevich Korab	41
■ To memory of Leonid Ivanovich Mikhoduy	41
Standardization	
■ Standardization of electron and laser beam welding in CIS. I. L. Pabol', A. A. Kaydalov.	42
Training of personnel	
■ Educational programs of Interbranch educational and attesting center of E. O. Paton Institute of Electric Welding of National Academy of Sciences of Ukraine on 2003	46
■ Cognitive psychology and biomechanics of muscles motion in training of welders. R. Jastrzebski, A. Stencel, A. Trojnecki	48
Economy of welding production	
■ Production of welding materials in countries of CIS in 2001. P. V. Ignatchenko	50
Memorial dates	
■ Georgiy Aleksandrovich Nikolayev: «Confirm of truthful history of technique!» A. N. Kornienko	52
■ To 90th anniversary from birthday of I. I. Frumina	54
Questionnaire 2003	55

Плазмотроны для резки металла больших толщин

Воздушно-плазменную резку (ВПР) широко используют в заготовительном производстве. Однако реальные возможности большинства серийно выпускаемых плазмотронов для ВПР ограничены толщиной металла до 80 мм, а на практике часто необходимо подвергнуть резке металл большей толщины.

Увеличение толщины реза металлов может быть достигнуто, как правило, за счет повышения мощности электрической дуги путем увеличения силы тока. При этом стойкость электрода (катода) плазмотрона резко снижается.

С целью повышения ресурса работы электродов в разработанных плазмотронах для резки больших толщин (таблица) применен принцип расщепления дуги. В катододержателе плазмотрона П-23 (рисунок) установлены четыре термохимические (гафниевые или циркониевые) вставки, к которым при токе свыше 200 А привязываются опорные пятна дуги. Благодаря этому происходит перераспределение токовой и тепловой нагрузок на большую поверхность, в результате чего улучшаются тепловые условия работы термохимических вставок, а следовательно, повышается ресурс работы плазмотрона.

Плазмотрон П-24 содержит медный полый электрод, разрядный канал которого выполнен ступенчатым с расширением в сторону выхода дуги, имеет резьбовую нарезку и торцевое отверстие для подачи дополнительного газа, расход которого составляет 10% от расхода основного плазмообразующего газа для локализации катодной привязки дуги в области расширения канала. Резьбовая нарезка расщепляет опорные пятна на несколько пятен, предотвращая тем самым локальный нагрев и увеличивая ресурс работы электрода, при этом ток дуги может достигать 600–1000 А. В связи с удлинением дуги в разрядном канале полого электрода увеличивается напряжение на дуге, что приводит к

Таблица. Технические характеристики плазмотронов для резки металла

Тип	Мощность, кВт	Номинальный ток, А	Расход рабочего газа (воздуха), г/с	Расход защитного газа (аргона), %	Толщина разрезаемого металла, мм	Скорость резки, м/мин
П-23	60	500	1	—	100	0,5
П-24	200	700	1–4	—	200	0,25
ПР-1	300	700	1–4	2–3 от расхода рабочего газа	400	0,3

дополнительному росту мощности плазмотрона на 10–15%. Кроме того, медный полый электрод позволяет надежно работать плазмотрону как на нейтральных, так и на кислородсодержащих газах, не имея ограничений по числу запусков в работу.

Особенностью плазмотрона ПР-1 является наличие электроизолированной межэлектродной вставки. Благодаря этому мощность дуги повышается не только за счет увеличения силы тока, но и за счет напряжения на дуге. Конструкция катодного узла обеспечивает расщепление прикатодного участка дуги, что дает возможность работать плазмотрону на токах до 1000 А. С этой целью в цилиндрической полости медного катододержателя размещены термоэмиссионные вольфрамовые вставки. Для защиты их от окисляющего воздействия воздуха используют аргон, расход которого не превышает 2–3% от расхода рабочего газа. В плазмотроне можно использовать в качестве плазмообразующего газа и кислород, что является более предпочтительным при резке низкоуглеродистой стали. Вместо вольфрамовых вставок можно применять термохимические из циркония или гафния без подачи защитного газа.

При разработке конструкций плазмотронов особое внимание обращали на обеспечение охлаждения деталей, подверженных интенсивному нагреву, изоляцию токоведущих частей, простоту и технологичность изготовления, удобство эксплуатации.

Новые плазмотроны позволяют разрезать металл большой толщины (200 мм и более). Ресурс работы плазмотронов составляет 120–150 ч, что



подтверждено специальными испытаниями.

■ #264

В. Л. Дзюба, д-р. техн. наук,
К. А. Корсунов, канд. техн. наук,
Восточно-украинский
национальный университет
им. В. Дала (Луганск)

Рисунок.
Внешний вид
плазмотрона
П-23

Оборудование для ЭШС проволочными электродами металла толщиной 40–450 мм

В ИЭС им. Е. О. Патона взамен широко распространенного аппарата А–535 для электрошлаковой сварки (ЭШС) проволочными электродами металла толщиной 30–450 мм разработан проект нового аппарата АШ–112. Он имеет следующие преимущества:

- наличие трех (на каждую электродную проволоку) индивидуальных приводов подачи проволоки с раздельной регулировкой скорости;
- возможность механизированного изменения «сухого» вылета электродов в процессе сварки;
- оснащен индикатором уровня жидкой металлической ванны для автоматизации перемещения автомата вдоль шва;

- питание сварочным током от серийных источников постоянного тока ВДУ–1202;

- управление электродвигателями подачи и ходовой тележки от серийных тиристорных электроприводов.

Автомат может быть укомплектован системой автоматического контроля параметров режима сварки и поставлен заказчику с источниками питания или без них.

Техническая характеристика:

Толщина свариваемого изделия, мм	30–450
Номинальный сварочный ток, А	1250
Скорость подачи электродных проволок, м/ч	72–720
Диаметр электродной проволоки, мм	3
Количество проволок, шт.	3
Скорость сварки, м/ч	0,6–6,0
Скорость поперечных колебаний мундштуков, мм	21–75
Величина изменения «сухого» вылета, мм	60–220
Род тока	Постоянный
Расход воды в ползунах, л/мин	20–30
Номинальный режим работы (ПВ), %	100

АШ–112 позволяет повысить скорость сварки в 1,5–3,0 раза при гарантированном высоком качестве сварного соединения. Кроме этого с его помощью можно использовать такие эффективные технологические приемы электрошлаковой сварки, как, например, с дозированной (модулированной) подачей мощности (дифференцированные режимы сварки), с присадочным порошкообразным материалом, на увеличенном вылете электродной проволоки.

Опытная партия аппарата АШ–112 (3–4 шт.) может быть изготовлена Каховским заводом электросварочного оборудования (Каховка) или в НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» (Киев).

Предприятиям и организациям, имеющим вышедшие из строя сварочные аппараты А–535, предоставляется возможность выполнить в НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» их ремонт и модернизацию. Восстановленный аппарат будет иметь технические характеристики, присущие новому АШ–112, т.е. общий механизм подачи (на три электрода) заменяют тремя индивидуальными, а также вносят другие технические изменения.

■ #265

И. И. Лычко, ИЭС им. Е. О. Патона
НАН Украины (Киев)

Универсальный блок для плазменной сварки

В Пермском государственном университете разработан универсальный блок для автоматической (проникающей и расфокусированной дугой) и ручной плазменной сварки конструкций из высоколегированных (коррозионностойких, жаростойких и т.п.) сталей (рисунки), титана, меди, алюминиевых и магниевых сплавов.

Блок позволяет производить сварку металла толщиной от 1 до 30 мм как в цеху, так и в монтажных условиях, исправлять дефекты литья, выполнять наплавку и металлизацию. Предварительный подогрев при сварке металла больших толщин не требуется.



Образец сварного соединения, выполненного плазменной сваркой

В состав универсального блока входит плазменная горелка и блок управления. Основным элементом плазменной горелки — плазматрон, который благодаря особенностям конструкции и высокой эффективности охлаждения обеспечивает стабильную работу на прямой и обратной полярностях. Плазматроны имеют малую массу и габаритные размеры, удобны в эксплуатации и просты в обслуживании. Плазменные горелки могут быть укомплектованы плазматронами для сварки на токах от 15 до 200 А и от 20 до 400 А.

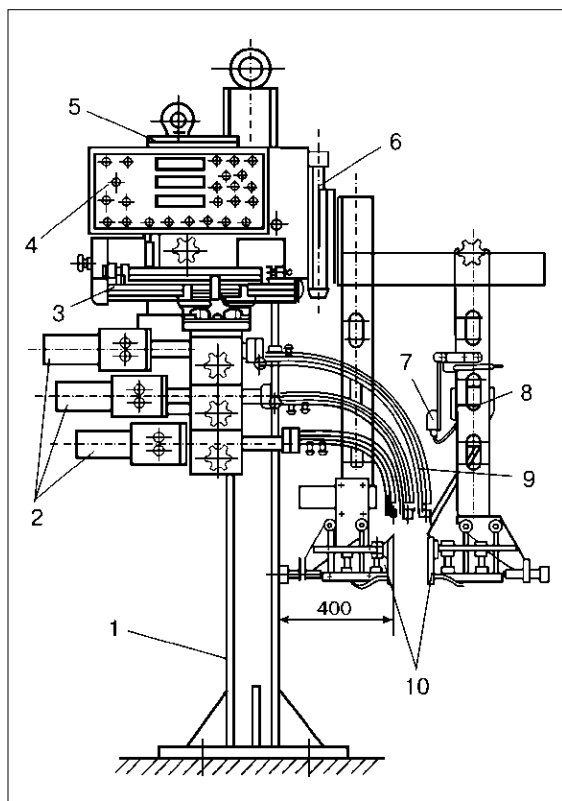
Блок управления обеспечивает работу плазматрона от любого источника питания постоянным током с напряжением холостого хода не менее 65 В (например, ВД–306, ВД–401 и т.п.). Габаритные размеры блока управления 170×180×350 мм, масса — 6 кг.

Универсальный блок плазменной сварки внедрен на ряде предприятий авиационной промышленности, химического машиностроения, судостроения и др. Плазматрон занесен в каталог «Научно-технические достижения Высшей школы России».

■ #266

Ю. Д. Щицын (Пермь)

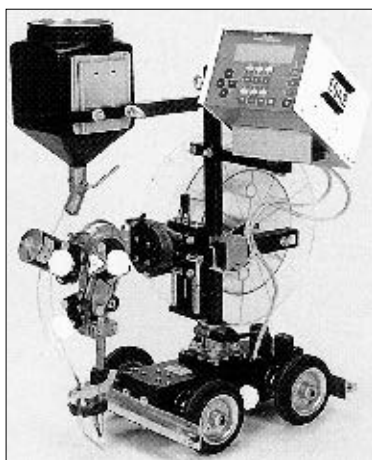
Рисунок. Схема компоновки сварочного аппарата:
1 — колонна аппарата; 2 — подающие механизмы;
3 — система поперечного перемещения мундштуков;
4 — пульт; 5 — механизм вертикального перемещения;
6 — механизм регулирования «сухого» вылета электродов;
7 — датчик контроля величины зазора; 8 — флюсобункер;
9 — мундштук; 10 — ползуны и система их подвески



Универсальный сварочный трактор A2 Multitrac

Концерн «ЭСАБ» предлагает сварочный трактор A2 Multitrac для автоматической сварки под флюсом сплошной проволокой диаметром от 1,6 до 4,0 мм, а также в среде защитных газов сплошной и порошковой проволокой диаметром от 0,8 до 2,4 мм.

Сварочный трактор работает совместно со сварочными источниками питания LAF или TAF. Трактор позволяет выполнять сварку стыковых и угловых соединений, обеспечивает равномерную подачу сварочной проволоки и постоянную скорость сварки. Универсальность применения трактора обеспечена набором дополнительного оборудования, в которое входят упорные ролики, направляющая каретка, используемая при стыковой сварке в V-образную разделку (для сварки внутри трубы), колеса тележки с V-образными канавками для перемещения по направляющему рельсу (для сварки стыковых соединений без разделки), лампа подсвета стыка. С це-



лью увеличения производительности трактор может быть переоснащен для сварки двумя проволоками (расщепленной дугой).

Предварительный ввод параметров сварки и их мониторинг осуществляет блок управления A2-A6 с цифровым дисплеем. Блок управления позволяет ввести в память 10 наборов параметров сварки и переходить с одного набора на другой в процессе сварки. ■ #267

А. Беликов,

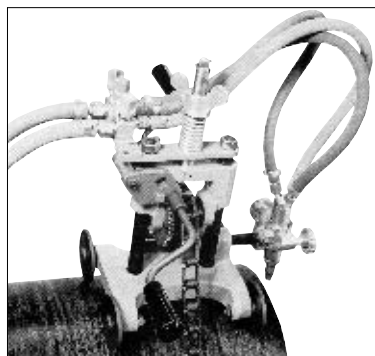
Представительство «ЭСАБ» (Москва)

Техническая характеристика:

	Сварка под флюсом одной проволокой	Сварка под флюсом двумя проволоками	Сварка МИГ/МАГ
--	---------------------------------------	--	-------------------

Максимальная скорость подачи проволоки, м/мин, не менее	9	9	16
Номинальная сила сварочного тока при ПВ=100%, А	800	800	600
Скорость перемещения тележки, м/мин	0,1-1,7		
Масса катушки с проволокой, кг	30	15+15	30
Масса трактора без катушки и флюса, кг	47	45	43

Устройство для резки труб и снятия фасок



Предназначено для газокислородной резки труб при строительстве и ремонте трубопроводов. Устройство поставляют в двух вариантах:

- стандартном (рисунок) для резки труб диаметром от 100 до 600 мм — монтируется на наружной поверхности трубы и перемещается непосредственно по ее поверхности;

- с направляющей лентой-бандажом для резки труб диаметром от 600 до 1200 мм — лента-бандаж, закрепляемая на поверхности трубы, обеспечивает точное перемещение устройства.

В обоих вариантах портативное устройство состоит из каретки с четырьмя опор-

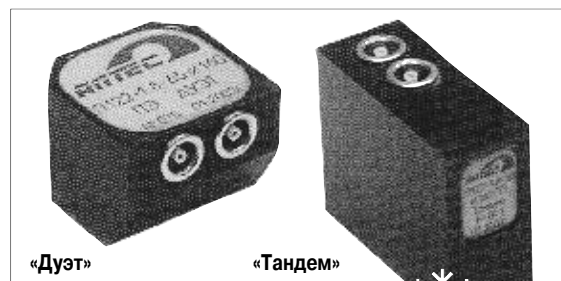
Ультразвуковые преобразователи «Дуэт» и «Тандем»

Для ультразвукового контроля сварных соединений полиэтиленовых трубопроводов, выполненных контактной сваркой, МНТП «АЛТЕС» предлагает ультразвуковые преобразователи типа П122-1,8 — «Дуэт» и «Тандем».

Раздельные схемы выключения, большие углы ввода позволяют надежно обнаруживать вертикально ориентированные плоские дефекты в сечении сварного шва при высоком соотношении сигнал/шум. Настройку осуществляют по горизонтально ориентированным плоскостным отверстиям. Методика применения согласована с Госгортехнадзором РФ. Ультразвуковые преобразователи «Дуэт» и «Тандем» хорошо зарекомендовали себя в полевых и производственных условиях при контроле сварных соединений труб, изготовленных из полиэтилена ПЭ-63, ПЭ-80 и других марок, диаметром от 63 до 255 мм с толщиной стенки от 5,8 до 20,5 мм. ■ #268

По информационным материалам МНТП «АЛТЕС» (Москва)

Габаритные размеры преобразователей, мм:
«Дуэт» — 28×28×22;
«Тандем» — 32×15×30



ными колесами, цепного механизма перемещения с ручным приводом и горелки, закрепленной на каретке. При вращении рукоятки горелка, перемещаясь вокруг трубы, разрезает трубу или снимает фаску на ее торце. Горелку типа 100NM монтируют на суппорте и при помощи передач «шестерня-рейка» перемещают в вертикальном и/или горизонтальном направлениях.

Портативное устройство позволяет осуществлять резку труб с толщиной стенки при прямом резе (90°) до 100 мм, при наклонном (45°) — до 50 мм. Масса устройства с горелкой 9 кг. ■ #269

А. Беликов,

Представительство «ЭСАБ» (Москва)

Термообработка сварных соединений на компрессорной станции «Береговая» газопровода Россия–Турция («Голубой поток»)*

А. А. Шуляк, Н. И. Петриди, ООО «Курай» (Уфа), П. М. Корольков, ОАО «ВНИИмонтажспецстрой» (Москва)

Отводящий газопровод компрессорной станции (КС) «Береговая» выполнен в виде двух ниток трубопровода диаметром 610 мм (24") с толщиной стенки 38,1 мм из стали API5LX65. Длина газопровода (вместе с участком прохождения по территории КС) составляет примерно 1 км: от входного охранного крана (задвижки) газопровода диаметром 1220 мм (48") до двух охранных кранов диаметром 610 мм. Выходные охранные краны находятся на специальной площадке, расположенной на расстоянии 900 м от берега Черного моря.

* Более подробно о газопроводе Россия–Турция («Голубой поток») см. журнал «Сварщик». – № 2. – 2002.

Генеральным подрядчиком строительства газопровода является французская фирма «Катран–К», по требованию которой режим и жесткие технологические параметры термообработки были регламентированы американским стандартом ASME B 31.8 «Трубопроводные системы для транспортировки и распределения газа».

Этот стандарт предусматривает:

- обязательное применение электроннагревательных программных установок с использованием электроннагревателей сопротивления;

- тщательное соблюдение температурного цикла термообработки по режиму высокого отпуска с установкой термопар для контроля температуры через 480 мм по окружности сварного стыка;

- безусловное выполнение требований по величине зон равномерного и полного нагревов, установке теплоизоляции и т. п. (рис. 1).

Такие жесткие требования обусловлены сложными условиями эксплуатации газопровода (рабочее давление примерно 25 МПа).

В качестве основной технологической организации для выполнения термообработки было приглашено ОАО «ВНИИмонтажспецстрой» (ВНИИМСС), лаборатория термической обработки сварных соединений которого имеет большой опыт проведения работ в газовой промышленности. «ВНИИмонтажспецстрой» провел тепловой расчет цикла термообработки, разработал подробную технологию термообработки сварных соединений (табл. 1, 2, рис. 1) с использованием электроннагре-

вательного оборудования, разработанного ООО «НПП «Курай» (Уфа): программных установок ТП 8–120 и ТП 6–100 (табл. 3, рис. 2). Для теплоизоляции использовали высокотемпературный кремнеземный материал «Супер–Сил», который выпускает ЗАО «РБЛ Силика» (Московская обл.). Учитывая большую толщину стенок газопроводов, в качестве средств нагрева применяли гибкие электроннагреватели фирмы «Велдотерм» (Германия) мощностью 2,7 кВт (45 А, 60 В) размером 310×210 мм. На последней стадии работ фирма «Катран–К» поставила из Франции программную установку P7–60 для термообработки фирмы «SEPT» (табл. 3), производственные показатели которой несколько хуже ТП 6–100 (меньшая мощность, неточное соблюдение программы термообработки, низкий ресурс электроннагревателей SFHT и т. п.). Этой установкой было термически обработано 16 сварных соединений труб диаметром 610 мм, общее количество термообрабатываемых сварных соединений составило более 200.

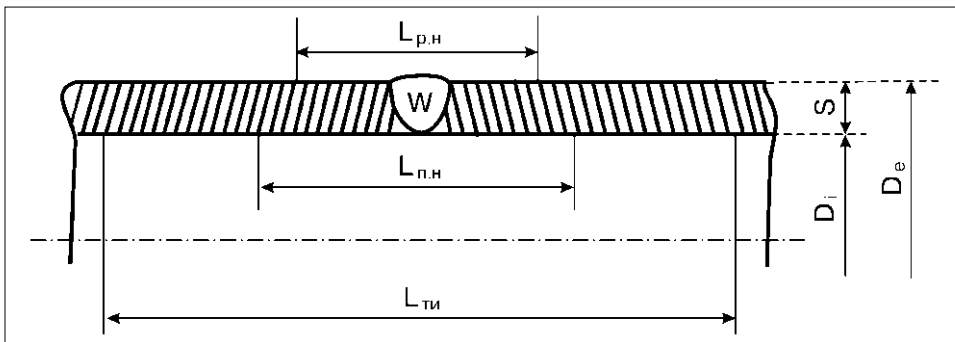


Рис. 1. Расположение зон нагрева и установки теплоизоляции: D_v – внутренний диаметр трубы; D_e – наружный диаметр трубы; S – толщина стенки трубы; $L_{п.н}$ – зона полного нагрева; $L_{р.н}$ – зона равномерного нагрева; $L_{ти}$ – зона установки теплоизоляции; W – ширина выпуклости (усиления) сварного шва

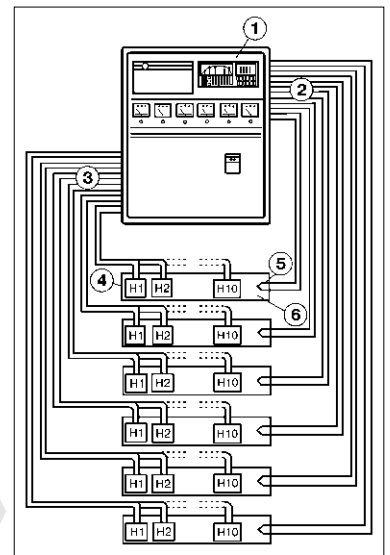


Рис. 2. Схема установки ТП 6–100: 1 – пульт управления; 2 – термоэлектродные провода; 3 – силовые провода; 4 – электроннагреватели; 5 – термопары; 6 – зоны нагрева

Таблица 1. Характеристика термообрабатываемых сварных соединений из стали API5LX65

Размеры стыкуемых элементов труб (диаметр и толщина стенки), мм	Марка стали	Режим термообработки			Зона полного нагрева, мм	Зона равномерного нагрева, мм	Зона установочной теплоизоляции, мм	Число термообрабатываемых сварных соединений	
		Температура нагрева, °С	Скорость нагрева, °С/ч	Время выдержки, ч					
610 (24")×38,1*	API5LX65	605±10	До 200 °С — любая, более 200 °С — не менее 200	1,5	До 300 °С — 200, более 300 °С — ниже под слоем теплоизоляции	475	130	950	190
610 (24")×38,1+610 (24")×48,1	API5LX65	605±10	То же	2,0	То же	550	150	1100	6
1220 (48")×30,2+1296 (51")×70	API5LX60	605±10	« «	2,0	« «	1000	150	2000*	6

* Необходима установка внутренней теплоизоляции.

Таблица 2. Параметры термообработки сварных соединений

Размеры стыкуемых элементов труб (диаметр и толщина стенки), мм	Тип установки для термообработки	Необходимая мощность для термообработки (по расчету), кВт	Необходимое количество электронагревателей по 2,7 кВт (по расчету), шт.	Число поясов электронагревателей, шт.	Реальная зона полного нагрева, мм	Число зон регулируемого нагрева	Реальное число электронагревателей, шт.			Мощность установочных электронагревателей, кВт
							общее	в поясе	в зонах нагрева	
610 (24")×38,1	ТП 6–100	50	22	2	620	4	18	9	Две зоны по 5, две зоны по 4	48,6
610 (24")×38,1+610 (24")×48,1	ТП 6–100	55	22	2	620	4	18	9	Две зоны по 5, две зоны по 4	48,6
1220 (48")×30,2+1296 (51")×70	ТП 6–100	150	56	3	1000	12	56	2 пояса×19 эл. нагр.+1 пояс×18 эл. нагр.	Четыре зоны по 4, восемь зон по 3	151,2
610 (24")×38,1	P7–60	50	21 (по 1,6 кВт)	3	490	4	21	7	Три зоны по 5, одна зона по 6	33,6

Таблица 3. Характеристика программных установок для термообработки

Установка	Мощность, кВт	Напряжение, В		Число автоматических зон нагрева, шт.	Мощность одной зоны нагрева, кВт	Температура нагрева, °С	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
		первичное	вторичное				длина	высота	ширина	
ТП 6–100	80	380	80	6	13,3	1200	750	1150	1650	630
ТП 8–120	120	380	80	8	15,0	1200	Два блока по 1700	Два блока по 800	Два блока по 1700	Два блока по 600
P7–60	60	380	80	6	10,0	1200	1300	900	710	280

Примечания. Установки ТП 6–100 и ТП 8–120 укомплектованы плоскими электронагревателями сопротивления диаметром 310×210 мм и мощностью 2,7 кВт (45 А, 60 В);

Установка P7–60 укомплектована гибкими электронагревателями SFHT диаметром 300×150 мм и мощностью 1,6 кВт (20 А, 80 В).

В связи с тем, что трасса газопровода проходит по сложному рельефу в гористой местности, установки разместили в специальных металлических кабинках, которые перемещали вдоль трассы с помощью тракторов. Для питания установок использовали дизельные станции мощностью 100–200 кВт. Для предохранения сварных соединений от дождя и ветра места проведения термообработки укрывали специальными переносными палатками. Общий цикл подготовительно-заключительных работ (установка электронагревателей, термо-

пар, теплоизоляции и их снятие после остывания сварного соединения до температуры окружающего воздуха) для стыков диаметром 610 (24")×38,1 мм составил примерно 4–6 ч при работе звена термистов из 3 чел., для стыков диаметром 1220 (48")×38,1 мм — 7–8 ч при работе звена термистов из 4 чел.

«ВНИИмонтажспецстрой» разработал «Технологические указания по термообработке», технологические карты для термообработки, подготовил две группы операторов-термистов для работы на передвижных термических уста-

новках, принял участие во внедрении технологии термообработки, корректировке нормативной документации и т. п.

Персонал ООО «Курай» выполнил большие работы по производственному обучению персонала термистов, внедрению технологии и наладке оборудования для термообработки, передаче «Катран-К» установок ТП 6–100 и др.

Термообработку проводила группа термистов из 7–9 чел. Основной объем работ был выполнен в течение мая–июля 2002 г., причем в отдельные дни термообработке подвергали по шесть сварных труб

Термообработка сварных соединений на компрессорной станции «Береговая» газопровода Россия–Турция («Голубой поток»)

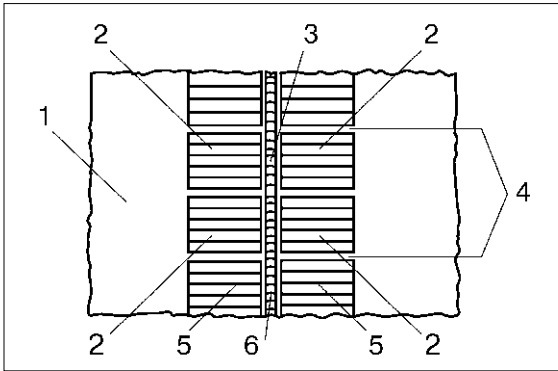


Рис. 3. Схема расположения электронагревателей, находящихся в одной зоне нагрева:
 1 — участок сварного соединения трубы;
 2 — электронагреватели в одной зоне нагрева (4 шт.);
 3 — место установки термомпары; 4 — зона нагрева;
 5 — пояса электронагревателей; 6 — сварной шов

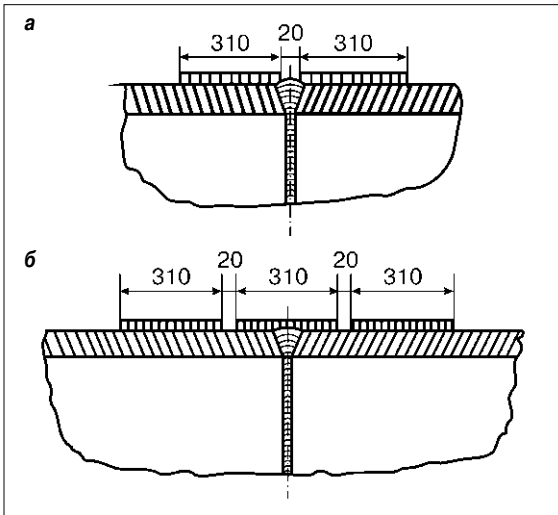
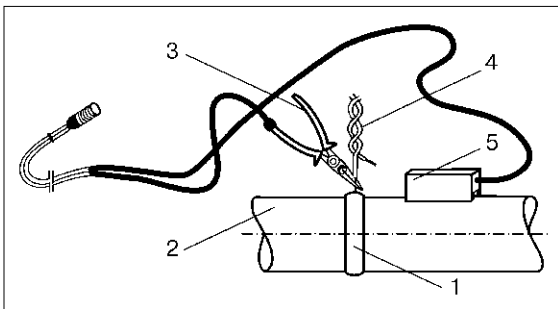


Рис. 4. Схема размещения поясов электронагревателей на термообрабатываемых сварных соединениях (электронагреватели фирмы «Велдотерм»):
 а — одинаковая толщина стенок, 2 пояса;
 б — одинаковая толщина стенок, 3 пояса



диаметром 610 мм (при круглосуточной работе). Значительную трудность представляла необходимость частого перемещения оборудования для термообработки вдоль трассы, так как сварку труб одновременно выполняли в нескольких местах, а сроки проведения термообработки после окончания сварки были ограничены.

При разработке технологии термообработки за основу была принята схема зонального нагрева, при которой нагреваемую поверхность сварного соединения разделяли на отдельные зоны нагрева, имеющие автономные регулирующие термомпары, электронагреватели, канал нагрева и программное устройство (рис. 3). Для обеспечения равномерного нагрева всех зон на программных устройствах устанавливали одинаковые программы (температуру и скорость нагрева, длительность выдержки и др.).

Термообработку сварных соединений труб диаметром 610 (24")×38,1 мм выполняли двумя поясами электронагревателей, расположенных вокруг трубы и разделенных на четыре зоны нагрева (см. рис. 3 и 4, табл. 2). Особенную трудность вызвала термообработка сварных соединений приварки труб диаметром 1220 (48")×30,2 мм к охранному крану и двум аналогичным запорным устройствам (всего шесть стыков). Эта арматура с двух концов на практике имела диаметр 1296 (51")×70 мм (по проекту должно быть 1220 (48")×36,7 мм). В связи с резким увеличением размеров сварного соединения, особенно толщины стенки, ВНИИМСС внес корректировку в технологию термообработки, заключающуюся в размещении на сварном соединении 56 электронагревателей в три пояса, разделенных на 12 зон нагрева от двух установок ТП 6–100 (ранее планировали восемь зон нагрева). Кроме того, на внутреннюю поверхность сварного соединения устанавливали теплоизоляцию из материала «Супер–Сил», которая значительно сократила тепловые потери при нагреве.

Особенно тщательно выполняли работы, связанные со сборкой схемы контроля температуры. Обязательной явилась установка на поверхности сварных

швов труб диаметром 610 и 1220 мм (24" и 48") соответственно четырех и восьми регулирующих термомпар (примерно через 480 мм). Каждая термомпара обеспечивала регулирование температуры автономной зоны нагрева. В схеме контроля температуры использовали термомпары с диаметром термоэлектродов 0,5 мм, со статической характеристикой К (ТХА). Эти термомпары и термоэлектродные провода, подключающие термомпары к регистрирующему потенциометру, были поставлены фирмой «Велдотерм». В каждой зоне нагрева, кроме рабочей регуливающей термомпары, устанавливали дублирующую термомпару, которую должны были включить в работу в случае выхода из строя рабочей термомпары. Рабочие и дублирующие термомпары приваривали к поверхности сварного шва специальным разрядным устройством (рис. 5). Места приварки термомпар дополнительно закрепляли стальной полосой вокруг сварного соединения. Термообрабатываемые сварные соединения подвергали двойному контролю неразрушающими методами: просвечиванием до термообработки и ультразвуковой дефектоскопией после термообработки. Кроме того, после термообработки на сварных соединениях проводили испытания на твердость с использованием переносного твердомера ТЭМП–2. Твердость замеряли на девяти участках сварного соединения с максимально допустимой величиной 280 HV₁₀. Полученная твердость не превышала 220 HV₁₀.

До начала термообработки оформляли следующую техническую документацию: список операторов–термистов, допускаемых к проведению термообработки сварных соединений, и разрешение на термообработку стыков. В процессе проведения работ операторы–термисты регистрировали технические данные проведенных работ в журнале термообработки сварных стыков, отмечали термообработанные стыки на схеме газопровода. После окончания оформляли акт термической обработки сварных соединений, диаграмму термообработки сварных соединений от автоматического регистрирующего потенциометра, вносили данные по термообработке в сварочный журнал. Кроме того, группа контроля оформляла заключения по результатам замеров твердости сварных соединений после термообработки. ■ #270

Рис. 5. Схема установки термомпар с помощью приварки: 1 — сварной шов; 2 — сварное соединение; 3 — устройство для приварки термомпар; 4 — привариваемая термомпара; 5 — устройство для создания схемы сварки

Плазменная резка на ОАО «Днепровагонмаш»

Н. М. Кононов, Ю. А. Писаревский, Н. С. Грачев, ОАО «Днепровагонмаш» (Днепродзержинск)

Плазменная резка при изготовлении деталей грузовых железнодорожных вагонов на ОАО «Днепровагонмаш» внедрена в 1986 г. Многолетний опыт эксплуатации машины «Кристалл ТПл-2,5К» показал, что точность параметров вырезаемых деталей и заготовок во многом зависит от применяемого плазматрона.

Машина плазменной резки «Кристалл ТПл-2,5К» оснащена серийно выпускаемым плазматроном (черт.74.01.051.000.000 СБ). При эксплуатации был выявлен недостаток плазматрона: пробой после возникновения двойного дугообразования из-за нарушения герметичности при омывании его водой. Для устранения этого недостатка плазматрон был доработан специалистами предприятия (рис. 1).

Сущность доработки заключалась в следующем. Корпус 2 серийно выпускаемого плазматрона в месте установки уплотнительного кольца 3 стачивали на высоту участка А (условно назван бурт 4). Вместо заводской вставки 1 из фторопласта была изготовлена вставка из

фторопласта, в теле которой повторили контур бурта 4 под установку уплотнительного кольца 3. Длину выступающей части вставки 1 увеличили до 7 мм за счет удаления бурта 4.

При работе с серийно выпускаемым плазматроном (рис. 1, а) в случае возникновения двойного дугообразования из-за нарушения герметичности плазматрона при омывании его водой происходило подгорание бурта 4. Это делало невозможным установку уплотнительного кольца 3 и использование плазматрона.

После доработки толщина рабочего тела корпуса плазматрона увеличилась на участок Б (рис. 1, б), в результате чего была обеспечена надежная герметизация плазматрона. Кроме того, даже в случае подгорания уплотнительного кольца подгорает фторопластовая вставка, а она является съемной деталью плазматрона. В результате доработки плазматрона срок его эксплуатации повысился до двух лет. Такая доработка также позволила приме-

нять сопла от плазматрона ПВР-402 УХЛ4. При этом стойкость сопла повысилась до двух недель работы при полной загрузке оборудования.

В 1999 г. предприятие приобрело машину «Кристалл МПл КПК-2,5» с числовым программным управлением SNS-4000 для плазменной резки углеродистых, низколегированных и нержавеющих сталей. На нее также установили усовершенствованный плазматрон.

Опыт использования плазматрона ПВР-402 УХЛ4 показал, что одна из слабых сторон конструкции — уплотнительные резиновые кольца трапециевидального сечения. Они легко вращаются и не обеспечивают плотного прилегания соприкасающихся частей плазматрона и, следовательно, при резке из-за нарушения герметичности происходит выход плазматрона из строя. Поэтому данный плазматрон долгое время не находил применения в производстве. Для решения указанной проблемы вместо резиновых колец трапециевидального сечения были применены кольца круглого сечения (рис. 2).

Кроме того, было установлено дополнительное резиновое кольцо 1, и в теле электрододержателя 3 плазматрона были выполнены три прореза 4 под углом 120°.

Введение дополнительного резинового кольца 1 предотвращает пробой плазматрона при выходе из строя одного из резиновых колец. Выполненные прорезы в электрододержателе плазматрона не позволяют проходить оксидным включениям, появляющимся в системе водоснабжения машины вследствие коррозии, через уплотнительное резиновое кольцо. При скоплении оксидных включений (следы ржавчины) на уплотнительном кольце может произойти замыкание электрододержателя на корпус плазматрона, который при этом выходит из строя. Вместо накидной гайки из биметалла, используемой для прижима сопла плазматрона, была поставлена гайка из латуни, так как биметаллическая гайка быстро выходила из строя.

Все эти доработки позволили повысить срок эксплуатации плазматрона

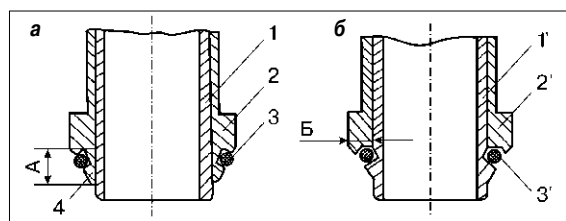


Рис. 1. Плазматрон серийно выпускаемый (а) и после доработки (б)

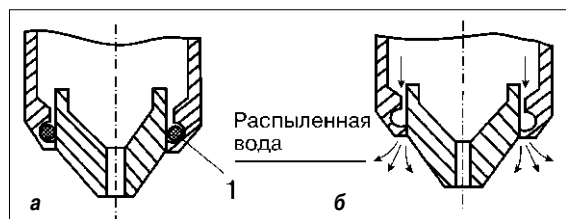


Рис. 3. Плазматрон с накидной гайкой: а — с уплотнительным кольцом; б — без уплотнительного кольца

Рис. 4. Схема резки нержавеющей стали: 1 — плазматрон; 2 — устройство для подачи воды

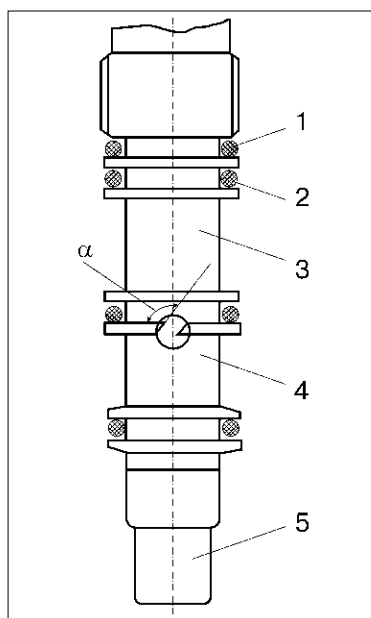
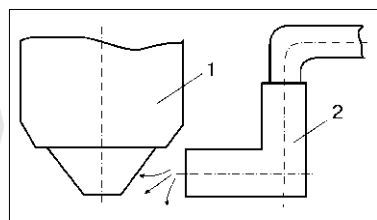


Рис. 2. Усовершенствованный электрододержатель плазматрона ПВР-402 УХЛ4: 1 — дополнительно установленное уплотнительное резиновое кольцо; 2 — уплотнительное резиновое кольцо круглого сечения; 3 — электрододержатель; 4 — прорезь; 5 — катод

(Окончание на стр. 17) ►

Сварка аустенитной стали 10Х13Г18ДУ (ДИ-61У) при изготовлении дизель- и электропоездов на ХК «Лугансктепловоз»

А. И. Гедрович, д-р техн. наук, И. А. Гальцов, аспирант, А. Б. Жидков, канд. техн. наук, ВНУ им. В. И. Даля (Луганск), А. Н. Ткаченко, ХК «Лугансктепловоз»

Опыт ремонта кузовов пассажирских вагонов из низкоуглеродистой стали марки Ст3 показывает, что затраты в течение срока службы вагона на восстановление антикоррозионных покрытий и замену элементов, поврежденных коррозией, нередко превосходят стоимость нового вагона. Поэтому для обшивки и других элементов, эксплуатирующихся в подобных условиях, целесообразно использовать нержавеющие стали.

Большинство существующих нержавеющих сталей содержат значительное количество дефицитного никеля. ЦНИИЧЕРМЕТ им. Бардина (Москва) разработана и внедрена в производство на ХК «Лугансктепловоз» безникелевая нержавеющая сталь марки 10Х13Г18ДУ (ДИ-61У), применяемая для обшивки вагонов. Комбинированная конструкция

(рис. 1), в которой элементы каркаса выполнены из стали 09Г2С, а обшивка из безникелевой нержавеющей стали 10Х13Г18ДУ, позволили снизить массу кузова более чем на 20%.

Предварительный расчет технико-экономической эффективности применения нержавеющей стали в конструкции кузовов пассажирского подвижного состава показал, что годовая экономия только за счет устранения необходимости в капитальных ремонтах кузова может составить от 3400 до 8500 грн. в год на один вагон или 340 000 грн. за 40 лет службы. При этом первоначальная стоимость вагона возрастает на 25 500–34 000 грн., или на 7–10% стоимости вагона с кузовом из обычной углеродистой стали. Таким образом, в течение «жизненного цикла» можно получить экономию эксплуатационных расходов за счет исключения капитальных и капитально-восстановительных ремонтов и увеличения срока службы, равную стоимости нового вагона.

Закономерным было стремление вагоностроителей создать новые дизель- и электропоезда, конкурентоспособные не только в Украине, но и за рубежом. Поэтому важнейшей задачей, поставленной перед специалистами-сварщиками, являлось улучшение товарного вида сварных швов, обеспечение высокого качества сварных соединений, а следовательно, и высокой эксплуатационной надежности металлоконструкций.

Однако до сих пор нет единого мнения о способе сварки для данной стали, который бы гарантировал хорошее качество сварных швов и достаточную стойкость к межкристаллитной коррозии и трещинам.

В настоящее время в литературе отсутствует информация о свариваемости стали 10Х13Г18ДУ, а ограниченное применение стали обусловлено трудностью

обеспечения требуемых свойств сварных соединений и необходимостью принятия специальных мер при сварке и после нее.

Широко применяемый на предприятии способ механизированной сварки проволокой Св-08Х20Н9Г7Т диаметром 1,2 мм в среде углекислого газа не обеспечивает решение этой задачи. Исследования показали целесообразность перехода на сварку тонкой проволокой диаметром 1 мм в среде аргона с сопутствующим принудительным охлаждением шва и зоны термического влияния (рис. 2 и 3).

Установлено, что оптимальная скорость сопутствующего охлаждения W_0 для толщин металла обшивки 1–1,5 мм составляет 70–100 °С/с, но не более 150 °С/с в интервале температур 500–600 °С (во избежание появления высоких напряжений и трещин).

Для оценки воздействия сварочного термического цикла на свойства сварного соединения производили вибрационные испытания: моделировали воздействие рабочих нагрузок на один из элементов сварного соединения боковой стенки вагона дизель-поезда до образования трещины (табл. 1).

Результаты испытаний показали, что стойкость образцов, сваренных с охлаждением в углекислом газе, в 2,2 раза выше, чем при сварке без охлаждения. Применение в качестве защитного газа аргона повышает стойкость, а использование охлаждения при сварке в аргоне позволяет избежать усталостного изнашивания.

Анализ результатов работы по внедрению сварки в среде аргона с принудительным охлаждением для узлов дизель-поездов модели «ДЕЛ-01» и электропоездов модели «ЭП-2Т» (входных и тамбурных дверей, дверных модулей, боковых стенок) из тонколистовой стали

Рис. 1. Конструкция головной (тяговой) части дизель-поезда



Рис. 2. Микроструктура сварного шва (темный) и основного металла (светлый), выполненного при сварке в среде аргона с охлаждением ($\times 600$)

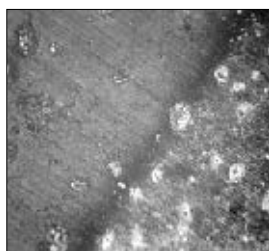


Рис. 3. Неметаллические включения в шве и основном металле при сварке в углекислом газе без охлаждения ($\times 600$)

Таблица 1. Результаты вибрационных испытаний

Способ сварки образца	Число циклов N до образования трещины
В среде углекислого газа:	
без охлаждения	76370
с охлаждением, $w_0 = 40 \text{ }^\circ\text{C/c}$	169200
В среде аргона:	
без охлаждения	163800
с охлаждением, $w_0 = 40 \text{ }^\circ\text{C/c}$	Более 674000 (трещина не образовалась)

10X13Г18ДУ подтвердил несомненные преимущества данного способа по сравнению со сваркой в углекислом газе:

- хорошие формирование и внешний вид сварных швов;
- повышение стойкости сварных соединений к общей и межкристаллитной коррозии (испытания по ГОСТ 6032–84, метод АМ);

Таблица 2. Режимы дуговой сварки тонколистовой стали 10X13Г18ДУ в среде аргона с принудительным охлаждением (проволока Св-08Х20Н9Г7Т)

Тип соединения	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет проволочки, мм	Расход газа, л/мин
Механизированная						
Стыковое без разделки кромок*	1,0–1,2	80–90	17–18	35–40	6–8	10–12
Внахлест**	1,0–1,2	80–90	17–18	35–40	6–8	10–12
Тавровое**	1,0–1,2	70–90	19–20	35–40	6–8	10–12
Ручная аргонодуговая						
Стыковое без разделки кромок*	1,6–2,0	55–65	10–12	—	—	4–5

* Охлаждение осуществляли активированным слоем жидкости (скорость охлаждения 70–75 °С/с при 500–600 °С).
 ** Охлаждение осуществляли пористым материалом (стекловатой), пропитанным жидкостью (скорость охлаждения 40–45 °С/с при 500–600 °С).

- отсутствие недопустимых неметаллических включений в швах и основном металле (метод ШЗ по ГОСТ 1778–70);
- уменьшение деформаций на 75% по сравнению со сваркой в углекислом газе и периода релаксации (геометрической нестабильности сварной конструкции во времени) на 90–95% по сравнению со сваркой в CO_2 .

Исследованиями установлены оптимальные режимы сварки различных типов сварных соединений из стали толщиной 1,5 мм (табл. 2).
 В настоящее время на ХК «Лугансктепловоз» проводят монтаж сборочно-сварочной оснастки (стендов-охлаждаелей) для сварки при серийном производстве дизель- и электропоездов. ■ #272



Научно-техническая конференция «Обработка, сварка и упрочнение конструкционных материалов. Качество и перспективы развития»

Ю. А. Харламов, д-р техн. наук, Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля (Луганск)

В Луганске 30–31 октября 2002 г. состоялась научно-техническая конференция «Обработка, сварка и упрочнение конструкционных материалов. Качество и перспективы развития». Организаторами конференции выступили Восточно-украинский национальный университет имени Владимира Даля (ВНУ), Лутугинский государственный научно-производственный валковский комбинат, Общество сварщиков Украины, Донбасская государственная машиностроительная академия, холдинговая компания «Лугансктепловоз» и др.

В работе конференции приняли участие 85 специалистов предприятий и организаций Луганска, Киева, Харькова, Лутугино, Краматорска, Северодонецка, Лисичанска, Мариуполя и др. Участники конференции на пленарном заседании и на трех секциях: «Современные методы литья. Производство валков»; «Современные технологии сварки и родственных процессов» и «Технология, оборудование и обеспечение качества машиностроительной продукции» заслушали и обсудили более 50 докладов и сообщений.

Вступительным словом конференции открыл д-р техн. наук., проф., генеральный директор Лутугинского государственного научно-производственного валкового комбината, народный депутат Украины **Н. А. Будагьянц**. Большой интерес вызвали доклады: д-ра техн. наук, проф. **Т. С. Скобло** (Харьков) «Современные направления повышения эксплуатационной стойкости и срока службы валков», д-ра техн. наук, проф. **Ю. А. Харламова** (ВНУ) и д-ра **Г. Сундарараджана** (Хайдерабад, Индия) «Современное состояние и перспективы развития инженерии поверхности», канд. техн. наук, зам. директора ООО «ТМ Велтек» **Л. Н. Орлова** (Киев) «Опыт производства порошковых проволок» и др. Сотрудниками ВНУ и ХК «Лугансктепловоз» были представлены доклады по изучению свариваемости аустенитной стали 10X13Г18Д, плазменной резке, дуговой сварке в специальных защитных сре-

дах, дуговой сварке в узкий зазор, процесса формирования сварного шва при электроно-лучевой сварке и др.

Серия интересных докладов была представлена Донбасской государственной машиностроительной академией (Краматорск), посвященных, главным образом, созданию и применению специальных сварочных и наплавочных порошковых проволок и лент. Теме разработки и применения порошковых материалов из отходов обработки чугуновых литых валков посвятили свои доклады ВНУ и Лутугинское ГНПВК.

В докладе сотрудников Кировоградского гостехуниверситета рассмотрена проблема повышения долговечности деталей сельскохозяйственной техники нанесением металлоэмалевых покрытий.

Во время конференции коллективное малое предприятие Научно-производственная фирма «А.В.С.» организовало и успешно провело выставку сварочного оборудования и материалов, которую с интересом посетили участники конференции и студенты ВНУ.

На конференции студенты кафедры сварки и литья ВНУ получили возможность общения с известными учеными и ведущими специалистами в области сварки, что безусловно станет стимулом к получению и поиску новейшей информации по исследованиям, технологиям и разработкам в сфере сварки, литья и родственных технологий.

В процессе обсуждения итогов конференции многие участники отмечали актуальность обсуждаемых технологических проблем региона и активное участие специалистов предприятий.

Положительным моментом является предварительная публикация основных докладов конференции в научном журнале «Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля» (2002, №7(53)), включенным в Перечень научных изданий ВАК Украины.

Во время работы конференции проведена презентация монографии доцента кафедры сварки и литья ВНУ **И. А. Тарарычкина** «Статистические методы обеспечения качества продукции сварочного производства».

Участниками конференции единодушно поддержано предложение кафедры сварки и литья ВНУ, Лутугинского государственного научно-производственного валкового комбината и холдинговой компании «Лугансктепловоз» о ежегодном ее проведении как Восточно-украинской научно-технической конференции по сварке, литью и родственными технологиям. ■ #273

Универсальная установка «Патон А-500»

Н. М. Воропай, д-р техн. наук, В. А. Мишенков, инж., ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, В. А. Титов, канд. техн. наук, В. П. Золотов, инж., ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Сварочная установка «Патон А-500» (рис. 1) пополнила ряд современных образцов сварочной техники, выпускаемых серийно ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона. Она обеспечивает стабильный процесс дуговой сварки на постоянном и переменном токе, причем может быть использована не только как обычный выпрямитель или трансформатор, но и как трансформатор с регулируемой асимметричной формой тока. «Патон А-500» успешно применяют для ручной и механизированной дуговой сварки неплавящимся (вольфрамовым) электродом углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и сплавов.

Рис. 1. Сварочная установка «Патон А-500»



Рис. 2. Диаграмма асимметричного тока (Т — период повторения импульсов тока)

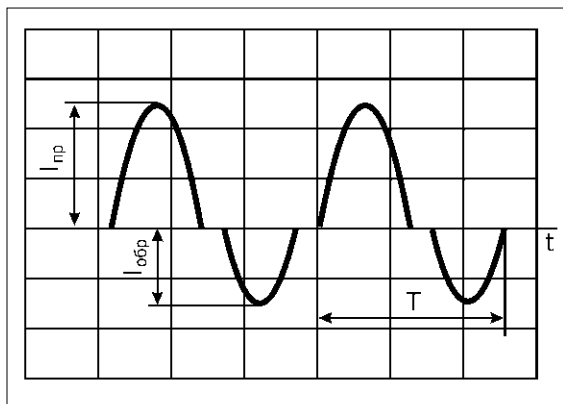
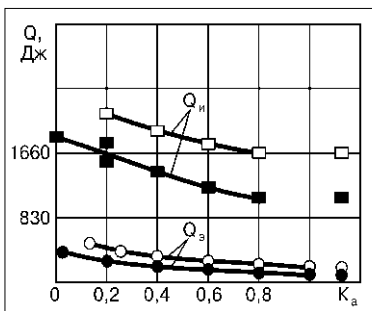


Рис. 3. Распределение теплоты дуги асимметричного тока: $Q_{из}$ — на изделии; $Q_{э}$ — на электроде; \circ \square — ток сварки 300 А; \bullet \blacksquare — ток сварки 180 А



Эффективность применения установки «Патон А-500» связана в значительной степени с новыми функциональными возможностями, базирующимися на регулировании в широком диапазоне асимметричности формы тока. Неплавящийся электрод запитывается разнополярными импульсами с преобладанием составляющей тока прямой полярности, что обеспечивает необходимую глубину проплавления. Роль импульсов тока обратной полярности при сварке, например цветных металлов и сплавов, состоит в катодной очистке поверхности металла. Использование асимметричного тока (рис. 2) увеличивает проплавляющую способность дуги и при этом уменьшает зону термического влияния, а также повышает эрозионную стойкость вольфрамового электрода.

Сказанное достаточно убедительно подтверждает рис. 3, на котором показано распределение теплоты на электроде и изделии в зависимости от коэффициента асимметрии тока: $K_a = I_{обр} / I_{пр}$, где $I_{обр}$ — амплитудное значение импульсов обратной полярности; $I_{пр}$ — амплитудное значение импульсов прямой полярности.

Во всех случаях на изделии выделяется теплоты намного больше, чем на электроде. В результате этого эффективный КПД дуги асимметричного тока при $K_a = 0,6$ на 25–30% выше, чем у плазменной дуги обратной полярности постоянного тока, а допустимые токовые нагрузки на вольфрамовый электрод в 4–6 раз выше по сравнению с постоянным током.

Приведенные особенности дуги асимметричного тока позволяют применять неплавящиеся электроды меньшего диаметра, что улучшает стабильность горения дуги в катодной и анодной областях. Импульсное воздействие дуги на сварочную ванну способствует улучшению формирования шва, уменьшению пористости и повышению механических характеристик сварных соединений.

Конструктивно установка «Патон А-500» выполнена из трех узлов: сварочного трансформатора, автономного

устройства преобразования и управления ОИ-135, сварочной горелки SRT. В качестве силового органа используют серийные сварочные трансформаторы с повышенной индуктивностью рассеивания на токи до 500 А (СТШ-500; ТД-500; ТДМ-500 и др.).

Автономное устройство ОИ-135 включает:

- управляемый выпрямитель (диодно-тиристорный) для формирования различных видов сварочного тока (постоянный, переменный);
 - стабилизатор горения дуги для повышения устойчивости сварочного процесса;
 - фазовый регулятор тока, управляющий диодно-тиристорным выпрямителем, стабилизатором горения дуги, возбудителем дуги и обеспечивающий симметричный и асимметричный режимы и регулировку токов;
 - автоматику, реализующую алгоритм работы всей установки, обеспечивающую режим «Сварка», регулировку времени продвки электрода горелки, регулировку времени заварки кратера, а также аварийную автоблокировку работы установки в случае неустойчивого контакта со свариваемой деталью общего сварочного кабеля (имеется индикация состояния);
 - дроссель в сварочной цепи;
 - возбудитель дуги (стартовый поджиг) в момент начала сварки, обеспечивающий возникновение дуги в различных эксплуатационных условиях;
 - пускозащитную и сигнальную аппаратуру (контакты, пускатели, электромагнитные клапаны, световые индикаторы и пр.)
- Все перечисленные узлы автономного устройства расположены в отдельном корпусе, снабженном ходовыми колесами. На передней панели устройства размещены органы регулирования силы и асимметрии сварочного тока, амперметры для регистрации средних значений составляющих асимметричного тока (для прямой и обратной полярности), подво-

ды коммуникаций для охлаждающей воды, защитного газа и силовых кабелей.

Устройство ОИ-135 обеспечивает плавное и независимое регулирование силы тока прямой и обратной полярности. Для повышения устойчивости горения дуги в схеме предусмотрена цепь импульсной стабилизации, состоящая из дополнительной стабилизирующей обмотки сварочного трансформатора, тиристорного ключа, конденсатора и резистора. Подача высоковольтных импульсов напряжения от блока поджига дуги на дуговой промежутки в разные полупериоды тока синхронизирована с моментом отпирания соответствующих силовых тиристоров.

Устройство стартового возбуждения дуги представляет собой параллельный контур ударного возбуждения с выходным радиоимпульсом, затухающим по экспоненциальному закону, с несущей частотой до 200 кГц.

Возбуждающий высоковольтный импульс (3 кВ) формируется синхронно с импульсом стабилизации и присутствует в течение 1 с (таймер) во время нажатия кнопки «Сварка».

Сварочная горелка состоит из корпуса, сменных цанг для крепления неплавящегося электрода, керамического газозащитного сопла, рукоятки с кнопкой управления, токоподводящего провода, газо- и водопроводящих трубок. В качестве неплавящихся электродов используют вольфрамовые сварочные электроды по ГОСТ 23949-80 диаметром от 1 до 6 мм. При сварке постоянным током предпочтительнее применение иттрированного вольфрама марок ЭВИ-1, ЭВИ-2 и ЭВИ-3 или торированного вольфрама марки ЭВТ-15. Для сварки переменным и асимметричным током можно использовать также лантанированный вольфрам марок ЭВЛ-10 и ЭВЛ-20 либо чистый вольфрам марки ЭВЧ. Следует учесть, что при применении неплавящихся электродов из чистого вольфрама меньше стабильность горения дуги и больше расход электродов.

Род тока устанавливают переключателем на коммутационной панели, имеющим три положения: «постоянный», «переменный» и «асимметричный». Предусмотрена система охлаждения сварочной горелки, питающаяся от гидросети с давлением воды 0,3–0,6 МПа. Во избежание окисления вольфрамового

Таблица 1. Ориентировочные режимы сварки различных материалов на установке «Патон А-500»

Свариваемый металл	Толщина металла, мм	Род тока	Сила тока сварки, А	Расход аргона, л/мин	Диаметр электрода, мм
Нержавеющая сталь	1,0–2,0	Постоянный	40–90	5–8	2
	3,0–8,0		120–300	8–15	3–4
Медь	1,0–1,5	Постоянный	60–120	6–8	2
	2,0–8,0		150–400	10–20	3–6
Алюминиевый сплав АМГ6	1,0–2,0	Переменный	50–80	6–8	3
	3,0–10,0		100–350	8–20	4–5
Алюминиевые сплавы (литые изделия):					
	1-й проход ($K_a=0,4$)	Асимметричный	100–300	8–15	4–6
	2-й проход ($K_a=1,5$)		150–400	10–20	5–6

электрода электрическая схема установки предусматривает предварительную продувку защитным газом (аргон) за 1–20 с до начала сварки и прекращение его подачи через 5–30 с после выключения дуги (время регулируется).

Техническая характеристика установки «Патон А-500»:

- Номинальное напряжение питающей сети, В 380*
- Частота питающей сети, Гц 50*
- Номинальный сварочный ток, А:*
 - при ПВ=60% 315*
 - при ПВ=30% 500*
- Пределы регулирования сварочного тока, А 20–500*
- Пределы регулирования коэффициента асимметрии тока 0,5–2,0*
- Диаметр вольфрамового электрода, мм 1,0–6,0*
- Напряжение холостого хода, В . . . ≤80*
- Максимальная потребляемая мощность, кВт·А 35*
- Расход аргона, л/мин 5–25*
- Габаритные размеры, мм:*
 - высота 760*
 - ширина 490*
 - длина 635*
- Масса (без трансформатора), кг . . ≤50*

Ориентировочные режимы аргонодуговой сварки постоянным, переменным и асимметричным током некоторых металлов и сплавов приведены в *табл. 1*. Асимметричный ток целесообразно применять при сварке металлоконструкций из алюминиевых сплавов толщиной свыше 10 мм, а также при исправлении дефектов в массивных литых изделиях из алюминиевых и магнитных сплавов. При этом для очистки и дегазации металла предварительно производят обработку наплавляемой поверхности дугой асимметричного тока с преобладанием

Таблица 2. Технические характеристики горелок

Тип	Охлаждение	Сила тока, А			Диаметр вольфрамового электрода, мм
		Прямая полярн.	Перем. ток	ПВ, %	
SRT-26	Воздушное	180	130	35	1–4
SRT-18	Водяное	320	240	100	1–4
SRT-185C	Водяное	400	280	100	1–5

составляющей обратной полярности. Затем для увеличения проплавляющей способности дуги режим наплавки переключают на асимметричный ток с большим коэффициентом асимметрии.

Установку комплектуют горелками SRT-26 и SRT-18, а также по желанию заказчика — SRT-185C (*табл. 2*).

Установка «Патон А-500» пригодна также для ручной дуговой сварки покрытыми электродами любых марок диаметром от 2 до 6 мм. Важным технологическим преимуществом в этом случае является возможность поджига дуги без касания электрода свариваемого изделия.

В случае комплектации установки соответствующим плазмотроном ее можно использовать для плазменной сварки или наплавки постоянным и переменным током.

Промышленные испытания аппаратов «Патон А-500» при сварке, наплавке и восстановлении изделий из различных металлов и сплавов подтвердили их высокую эффективность, надежность в эксплуатации и простоту обслуживания в заводских и монтажных условиях. Установку «Патон А-500» рекомендуют для применения на предприятиях машиностроения, судостроения, энергетики, авиационной и ракетной техники, а также в авторемонтных центрах, на станциях технического обслуживания и объектах сельхозтехники. ■ #274



Сварочное оборудование АО «КЗЭСО» для судостроения

2-й научно-практический семинар специалистов судостроительных заводов (25–26 сентября 2002 г.)

Судостроение — одна из ведущих отраслей промышленности Украины — после длительного экономического спада начинает уверенно возрождать свой производственный потенциал. Для строительства судов нового поколения требуется серьезное обновление всего парка технологического оборудования, и прежде всего сварочного. Специфика технологии сварочных работ при строительстве судов определяет особые требования судостроителей к сварочным источникам питания, подающим механизмам, автоматам, к другой сварочной технике и аксессуарам.

Обеспечить судостроителей надежной сварочной техникой — эту задачу может решить производитель, имеющий достаточный научный и производственный потенциал. Такими возможностями в полной мере располагает АО «Каховский завод электросварочного оборудования». Поэтому не случайно второй раз главные сварщики судостроительных и судоремонтных заводов Украины, а в этом году и России, снова встретились в сентябре на семинаре, организованном АО «КЗЭСО». В семинаре принимали участие главные сварщики судострои-

тельных и судоремонтных заводов Николаева, Херсона, Севастополя, Феодосии, Нижнего Новгорода и С.-Петербурга, специалисты ИЭС им. Е. О. Патона, Украинского государственного морского технического университета, научно-производственных фирм.

Открывая семинар, председатель правления *Я. И. Микитин* рассказал присутствующим, что представляет собой АО «КЗЭСО», обрисовал его перспективы. Предприятие в 2001 г. увеличило на 31% объем производства и реализации сварочного оборудования. Успех любого завода определяют не только наличием производственно-технических возможностей, но и компетентностью персонала. Сегодня научно-технологическое подразделение и служба маркетинга предприятия усилены молодыми энергичными специалистами, получившими образование за счет предприятия. Seriously изменилась и система подготовки производства, если раньше для разработки и выпуска оборудования требовалось несколько лет, то теперь достаточно несколько месяцев. В ближайшие годы предприятие планирует значительно увеличить объем производства сварочного оборудования, прежде всего для дуговой сварки. Первым шагом в достижении поставленной задачи явилось освоение новых производственных площадей. В перспективе планируется на этих площадях начать производство современных сварочных материалов — порошковой проволоки, удовлетворяющей требованиям судостроения.

Опыт создания, изготовления и участия в эксплуатации машин для контактной сварки рельсов, труб, в производстве которых АО «КЗЭСО» сегодня является несомненным мировым лидером, показал, что надежность работы оборудования определяется не только уровнем научно-технологической проработки конструкции, но и использованием современных комплектующих, производимых надежными партнерами независимо

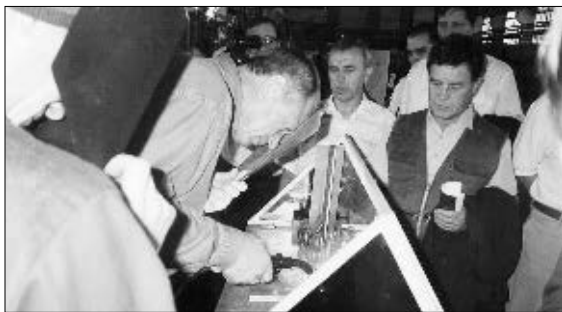
от их территориального расположения. Если в контактных машинах К-900, К-1000 и К-920 применяют системы управления фирмы «Сименс» и гидроприводы фирмы «Бош», то и для универсального сварочного оборудования завод старается использовать комплектующие такого же качества.

Судостроителям хорошо знакомы сварочные выпрямители и полуавтоматы производства АО «КЗЭСО»: КИГ-401, КИУ-301, КИУ-501, КП-003, КП-004, КП-006, КП-016. Главный конструктор завода *А. Д. Глущенко*, зам. гл. конструктора *С. В. Дух*, нач. бюро *Л. С. Гриценко* представили участникам семинара новые модификации универсального оборудования с современным дизайном и совершенными сварочно-технологическими характеристиками, удовлетворяющими требования потребителей.

В результате систематических исследований разработан и внедрен для тиристорных выпрямителей КИУ-301 и КИУ-501 способ управления каплепереносом в режиме жесткой вольт-амперной характеристики, что обеспечило:

- стабильное горение дуги во всем диапазоне сварочного тока;
- минимальное разбрызгивание электродного металла;
- отличное формирование металла шва.

Поскольку выпрямители КИУ-301 и КИУ-501 являются схематическими аналогами и отличаются только коэффициентом масштабного преобразования, то все электронные платы управления унифицированы. Модифицированные сварочные выпрямители, производство которых освоено в начале 2002 г., обладают цифровой индикацией текущего режима сварки (информация сохраняется на индикаторе в течение 6–8 с после окончания сварки), обеспечивают регулировку времени «горячего старта», контроль перегрузки по току и т. д. Участники семинара смогли убедиться в преимуществах новых источников питания во время их демонстрации.





Новшества применены и в полуавтоматах: улучшена стабильность подачи проволоки как сплошной, так и порошковой за счет применения подающего механизма фирмы «Форанс»; при подключении полуавтомата к источнику питания управление режимом сварки осуществляется от полуавтомата; предусмотрены возможности сварки на режиме «короткий-длинный шов», регулировки времени продувки газа и окончания сварки. В стадии завершения находятся работы по созданию блоков управления на базе микропроцессоров.

Участникам семинара был продемонстрирован усовершенствованный сварочный автомат тракторного типа КА-002, который может найти широкое применение в судостроении. Автомат уже сегодня обладает рядом преимуществ по сравнению с известными аналогами, в том числе и зарубежных фирм.

В ходе обсуждения технических характеристик продукции завода представители судостроительных заводов высказали пожелания о создании нового облегченного сварочного трактора типа АСУ. Черноморский судостроительный завод (гл. сварщик *Г. М. Иващенко*) взял на себя обязательства подготовить техническое задание на такой автомат и передать его на АО «КЗЭСО».

В обсуждении перспектив создания новых образцов оборудования и совершенствования существующих моделей приняли участие главные сварщики Херсонского судостроительного завода *Ж. Г. Голобородько*, Черноморского машиностроительного завода *В. П. Довбня*, «Севморверфь» *Г. К. Бурдаков*, судостроительного завода «Красное Сормово» *В. И. Горев*, судостроительного завода «Дамен Шипардс Океан» *Ю. В. Солониченко* и доцент Украинского государственного морского технического университета *А. М. Костин*.

В решениях, принятых на семинаре, отмечается необходимость проведения регулярных встреч представителей судостроительных заводов на АО «КЗЭСО». В следующем году научно-практический семинар такого уровня состоится также в сентябре, а состав участников будет значительно расширен за счет представителей судостроительной промышленности стран Балтии, России и всех судостроительных предприятий Украины. ■ #275

«Дефектоскопия 2002»

III Международная специализированная выставка приборов и оборудования для промышленного неразрушающего контроля «Дефектоскопия-2002»

с большим успехом прошла в сентябре в Санкт-Петербурге. Наверняка эта выставка запомнится всем, поскольку дух деловой атмосферы, царившей на ней, и интереснейшая деловая и культурные программы не оставили безучастными ни посетителей, ни экспонентов.

В этом году выставка собрала рекордное за свою трехлетнюю историю количество участников и посетителей. Участниками выставки стали более 70 фирм, занимающих лидирующее положение в производстве средств неразрушающего контроля не только в России, но и в мире. В 2002 г. на стендах были представлены приборы практически всех направлений НК — ультразвукового, радиографического, акустической эмиссии, оптического, теплового, электромагнитного и др.

Возможность увидеть лучшие новинки мировых лидеров НК и ТД, получить всю необходимую информацию и профессиональные консультации — все это привлекло на выставку посетителей-специалистов из девяти стран ближнего и дальнего зарубежья (Англия, Беларусь, Дагестан, Латвия, Литва, Молдова, США, Украина, Эстония) и 105 городов России. За четыре дня работы выставки ее посетили более 4500 специалистов, представляющих все важнейшие отрасли промышленности: авиационную, самолетостроение, автомобилестроение, энергетику, машиностроение, металлургию, нефтегазовую и нефтехимическую, судостроение, промышленное и гражданское строительство, транспорт. Высок был и должностной статус посетителей выставки: 56% — руководящий состав и ведущие специалисты предприятий, 25% — инженерно-технический персонал.

В рамках выставки прошли 16-я Российская научно-техническая конференция «Неразрушающий контроль и техническая диагностика», семинары «Электромагнитоакустические преобразователи: состояние и перспективы», «Средства оценки напряженного состояния металлоконструкций методами неразрушающего контроля». Для дефектоскопистов-железнодорожников была организована научно-техническая конференция «Неразрушающий контроль на железнодорожном транспорте», в ее работе приняли участие более 200

специалистов-дефектоскопистов со всех железных дорог России.

В работе 16-й Российской конференции приняли участие более 500 участников. Секции работали по семи основным направлениям, охватывающим как новые принципы и теоретические основы методов и средств, так и системы технологий НК и ТД практически во всех основных отраслях промышленности, транспорта и строительства. За время работы конференции было заслушано и обсуждено более 370 докладов. Большой интерес слушателей вызвали стендовые доклады, которые прошли непосредственно на выставочной площадке.

На выставке можно было не только ознакомиться с новинками в области НК и ТД, но и посетить Галерею компьютерных обучающих программ для дефектоскопистов и экспозицию съемных ультразвуковых дефектоскопов для сплошного контроля нитей рельсового пути, организованную Октябрьской железной дорогой.

Выставка широко освещалась в средствах массовой информации — было аккредитовано более 30 СМИ.

Интересно отметить постоянно возрастающий уровень художественного оформления выставки. Если в первый год проведения экспозиция состояла только из стандартных стендов, то в 2002 г. многие фирмы показали на выставке интересные решения при оформлении своих экспозиций. По итогам анкетирования посетителей особо отличившиеся фирмы были награждены памятными дипломами: «Foma Bohemia» — «За оригинальное дизайнерское решение в оформлении стенда», Научно-промышленная группа «Алтек» — «За оригинальные методы демонстрации продукции фирмы и интересное дизайнерское решение в оформлении стенда», «AGFA-GEVAERT N.V.» — «За высокий профессионализм в работе с клиентами на выставке», ЗАО «Бэлфи» (С.-Петербург) — «За многолетнюю помощь в организации и проведении мероприятий в рамках выставки».

Посетители и участники отметили, что активное участие в мероприятиях ведущих специалистов в области неразрушающего контроля и диагностики из Англии, Беларуси, Германии, Ирана, Латвии, Молдовы, Украины, Чехии, США и других государств способствовало дальнейшему повышению статуса мероприятия, что несомненно повлияло на решение большей части экспонентов принять участие в выставке 2003 г. ■ #276

Следующая выставка пройдет 9–12 сентября 2003 г. в Санкт-Петербурге.

Новая сварочная техника ОАО «Фирма «СЭЛМА»

Международный практический семинар главных сварщиков предприятий тяжелой промышленности (3–6 сентября 2002 г.)

Традиционно в начале сентября в Симферополе ОАО «Фирма «СЭЛМА» совместно с НПФ «Инженерно-технологический сервис» (С.-Петербург) проводит практический семинар со специалистами-сварщиками промышленных предприятий Украины, России и стран Балтии. В этом году семинар был посвящен решению проблем сварочного производства на предприятиях тяжелого и транспортного машиностроения.

ОАО «Фирма «СЭЛМА» — динамично развивающаяся компания, которая внимательно отслеживает тенденции развития сварочной техники, что позволяет ежегодно обновлять номенклатуру производимого сварочного оборудования. Следует отметить, что достижения завода в последние годы есть результат совместной работы со своим постоянным партнером НПФ «ИТС» (С.-Петербург). Специалисты НПФ «ИТС» и его филиалов ведут активную работу по продвижению продукции завода на сварочном рынке России и являются не только коммерческим партнером завода, но и участвуют в создании новых образцов сварочной техники.

ОАО «Фирма «СЭЛМА» много внимания уделяет сотрудничеству с организациями, содействующими реализации его продукции. Не случайно в прошедшем семинаре приняли участие не только главные сварщики промышленных предприятий России и Украины — Мариупольского металлургического завода, «Насос-энергомаш» (Сумы), Краматорского завода тяжелого станкостроения, ХГ «Лугансктепловоз», Ижорского завода, МК «Азовсталь», «Уралвагонзавод» (Нижний Тагил), но и представители производственно-коммерческих фирм Николаева, Киева, Одессы, Омска, Екатеринбурга.



Рис. 1. Универсальный сварочный конвертор КСУ-320

Руководитель группы разработки новых изделий ОАО «Фирма «СЭЛМА» Г. Л. Павленко представил новую и модернизированную сварочную технику, производство которой освоил завод:

- модернизированный сварочный выпрямитель ВДУ-506С с улучшенными сварочно-технологическими свойствами для механизированной сварки сплошной и порошковой проволоками большого диаметра;

- механизмы подачи:

ПДГО-510Т, позволяющий изменять режимы сварки по команде с кнопки на сварочной горелке и адаптированный для сварки порошковой проволокой типа «Интершилд»;

ПДГ-312-5, ПДГО-510-2Т с микропроцессорным управлением, цифровой индикацией скорости подачи, силы сварочного тока и напряжения; *ПДГ-322М* — малогабаритный подающий механизм для сварочных работ в монтажных условиях;

МТ-10 — специализированное устройство, которое при использовании КСУ-320 в качестве источника питания позволяет создать многопостовую систему механизированной сварки;

- универсальный сварочный конвертор низкого напряжения КСУ-320 для многопостовой сварки, исключающий взаимное влияние постов;

- модернизированные установки УДГУ-251 АС/DC, УДГУ-351 АС/DC, УДГУ-501 АС/DC для аргонодуговой сварки с улучшенными сварочно-технологическими свойствами;

- малогабаритную сварочную технику класса «хобби» (трансформаторы, полуавтоматы).

Во время ознакомительной экскурсии по заводу участникам семинара была продемонстрирована работа новой сварочной техники. Особое внимание специалистов было уделено системе ВДМ-1202С + КСУ-320 + МТ-10 для многопостовой механизированной сварки.

Универсальный сварочный конвертор КСУ-320 (рис. 1) представляет собой выносной источник низкого напря-

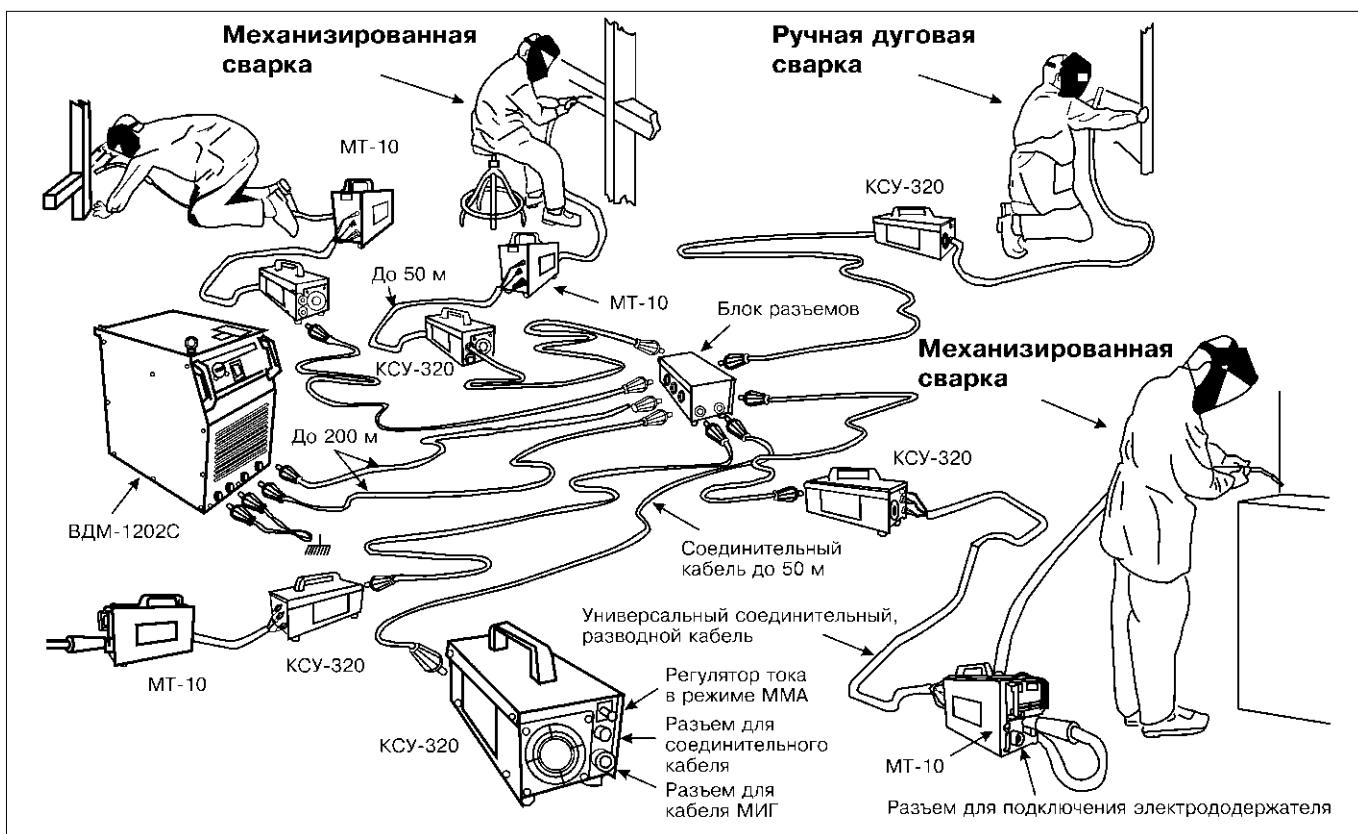
жения, обеспечивающий падающую внешнюю вольт-амперную характеристику для ручной дуговой сварки (ММА) и жесткую внешнюю вольт-амперную характеристику (ЖВХ) для механизированной дуговой сварки в среде защитных газов. В качестве источника питания может быть использован любой сварочный выпрямитель с ЖВХ. Данный конвертор используют вместо балластных реостатов типа РБ, он позволяет выполнять сварку на расстоянии до 200 м от сварочного выпрямителя как в закрытых помещениях, так и на открытом воздухе, когда по условиям безопасности затруднено использование сварочных источников, питающихся от промышленной сети.

При применении КСУ-320 вместо балластных реостатов существенно снижается потребление электроэнергии. Так, при использовании выпрямителя ВДМ-1202С с балластными реостатами РБ-302 допускается одновременная работа четырех сварочных постов, а при КСУ-320 — девяти (рис. 2). КСУ-320 имеет встроенную систему автоматического отключения выходного напряжения при перерыве в сварке более 4 мин. Повторное включение происходит при замыкании электрода на свариваемое изделие.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети, В . . . 35–100
 Выходное напряжение, В 0– $U_{ВХ}$
 Номинальная сила сварочного тока при ПВ=100%, А 250
 Максимальная сила сварочного тока при ПВ=60%, А 320
 Диапазон регулирования силы сварочного тока, А 25–320
 Потребляемая мощность, кВт 11
 Габаритные размеры, мм . 183×210×550
 Масса, кг 11

Для выполнения механизированной сварки в среде защитных газов (МИГ/МАГ) к конвертору подключают универсальный механизм подачи МТ-10 (рис. 3), позволяющий переключать основной для него источник питания (КСУ-320) в режим ЖВХ для стабилизации регулирования параметрами сварки (предварительно установить девять программ режимов



сварки), автоматически распознавать подключенный источник питания для стабилизации параметров сварки, выполнять сварку в режиме «коротких-длинных» швов для стабилизации параметров сварки, а также обеспечивать фиксацию текущих значений сварочного тока и напряжения. Механизм имеет встроенный регулируемый расходомер защитного газа. При необходимости МТ-10 может быть использован для ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

В ходе семинара главные сварщики и специалисты промышленных предприя-

тий высоко оценили новые разработки завода, высказали ряд рекомендаций по совершенствованию сварочной техники и проявили большой интерес к возможности провести предварительные испытания оборудования в реальных условиях своих заводов и последующего применения продукции ОАО «Фирма «СЭЛМА».

Семинар еще раз продемонстрировал высокий научно-технологический потенциал ОАО «Фирма «СЭЛМА» и возможности завода создавать современное сварочное оборудование для различных отраслей промышленности. ■ #277

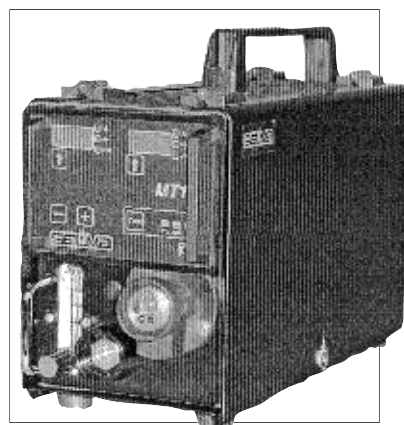


Рис. 2. Пример многопостовой системы сварки от источника питания ВДМ-1202С

Рис. 3. Механизм подачи МТ-10

Плазменная резка на ОАО «Днепровагонмаш»

(Окончание. Начало на стр. 9)

ПВР-402 УХЛ4 до 6 месяцев при условии полной загрузки машины.

В последние годы широко применяют способ плазменной резки с «водяной защитой». При этом осуществляют резку стальных листов, уложенных над водной поверхностью, полупогруженных или погруженных в воду, с подачей неболь-

шого количества воды в столб плазмы. Плазменная резка с добавлением воды может быть реализована с использованием плазматрона ПВР-402. Для этого убрали уплотнительное кольцо 1 из-под накидной гайки сопла плазматрона (рис. 3). Это позволило резать низкоуглеродистую и низколегированную сталь толщиной от 0,7 до 45 мм с хорошим качеством кромок вырезанных деталей.

Для плазменной резки нержавеющей сталей применяли стандартный плазматрон ПВР-402 и независимую подачу воды (рис. 4).

Для повышения стойкости катодов ЭП-03 их внутреннюю поверхность протирали спиртом, а детали плазматрона, сделанные из латуни (сопла и т. п.), выдерживали в 9%-м растворе уксусной эссенции.

Выполненные доработки серийно выпускаемых плазматронов позволили:

- повысить срок их эксплуатации;
- улучшить качество резки деталей;
- сократить расходы на покупку новых плазматронов и деталей, входящих в комплект;
- сократить число ремонтов плазматронов. ■ #271

Плазменная поверхностная закалка

С. В. Петров, д-р техн. наук, А. Г. Сааков, канд. техн. наук, НПП «ТОПАС» (Киев)

Термическое упрочнение стальных деталей является одним из наиболее эффективных и действенных способов увеличения ресурса работы нагруженных элементов машин и механизмов, а также снижения их материалоемкости. Во многих случаях технически и экономически оправдана локальная термообработка. При этом упрочняют только наиболее нагруженную рабочую поверхность детали, оставляя нетронутой сердцевину. Для поверхностного упрочнения деталей в промышленности широко применяют термическую высокочастотную и газоплазменную обработки.

Дальнейший прогресс в повышении качества термообработки рабочих поверхностей деталей связывают с применением концентрированных источников энергии: электронного и лазерного луча, плазменной струи. При этом достигаются более высокие эксплуатационные свойства и качество упрочнения. Из всех способов термообработки высококонцентрированными источниками нагрева

наиболее экономичным и производительным является плазменный. Он характеризуется меньшей стоимостью, доступностью технологического оборудования и большими размерами упрочненной зоны.

Особенности плазменной поверхностной закалки — кратковременность процесса нагрева и возможность создания условий охлаждения, обеспечивающих высокую интенсивность, — оказывают существенное влияние на структуру закаленного слоя. Эффект скорости охлаждения при металлографическом исследовании прежде всего заметен в диспергировании структуры. Скорость нагрева оказывает существенное влияние на размер рекристаллизованного зерна, так как с ее увеличением число центров рекристаллизации растет быстрее, чем скорость роста центров. Это приводит к измельчению зерна. Кратковременное пребывание стали в области закалочных температур и протекание фазовых превращений при температурах, превышающих равновесные, приводят к получению механических свойств, отличающихся от свойств стали, закаленной с нагревом от традиционных источников теплоты. В дозвектоидной стали при быстром нагреве, когда структурно свободный феррит претерпевает перекристаллизацию без влияния атомов углерода, аустенитное зерно всегда несколько мельче того, которое обычно получается при медленном нагреве до температуры аустенизации. Такое изменение блочной структуры аустенита приводит к уменьшению размеров когерентных областей и увеличению значений микронапряжений и искажений в закаленной стали. В условиях поверхностной закалки это становится причиной повышения твердости закаленного слоя. В предварительно сорбитизированных структурах выравнивание концентрации углерода в аустените протекает быстрее, поэтому при нагреве стали с такой структурой размер зерна аустенита может быть еще более мелким — 14–16 баллов. Соответственно и игольчатость мартенсита имеет более тонкое строение,

приближающееся к структуре, характеризующейся как безигольчатый мартенсит. Измельчение структуры мартенсита приводит к увеличению ударной вязкости.

Применение быстрого нагрева, способствующего получению более мелкой структуры закаленной стали, дает возможность получить более благоприятное сочетание свойств прочности и вязкости.

Повышение уровня эксплуатационных свойств упрочняемой детали достигается за счет совершенствования технологии упрочнения, что, в конечном счете, сводится к обеспечению оптимального термического цикла (нагрева-охлаждения) исходя из закономерностей структурных, фазовых и полиморфных превращений упрочняемого материала.

Нагрев под закалку по технологии НПП «ТОПАС» осуществляют высокоэнергетической плазменной струей, стекающей вдоль нагреваемой поверхности. Нагретая зона охлаждается сразу при выходе из плазмы, в основном, за счет отвода теплоты в тело массивной стальной детали, кондуктивного и радиационного теплоотвода с поверхности в атмосферу.

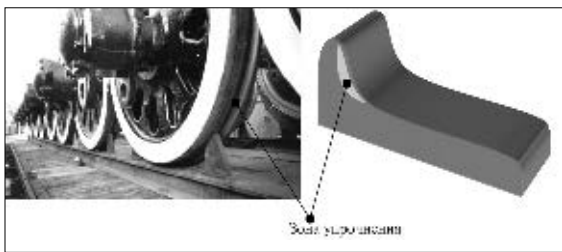
Нагрев каждого участка поверхности происходит с нарастающей плотностью теплового потока в соответствии с изменением теплофизических параметров плазмы по мере приближения к устью струи. Эти параметры в свою очередь можно регулировать в широком диапазоне. Особенностью такого процесса является «мягкий» прогрев с относительно небольшой скоростью нарастания температуры до начала аустенизации стали. При этом параметры греющей среды, время взаимодействия с учетом температуропроводности материала согласуются так, чтобы обеспечить наибольшую глубину прогрева. «Мягкий» прогрев плавно переходит в «жесткий» с высокой скоростью нарастания температуры в поверхностном слое для более полной аустенизации, гомогенизации и растворения карбидов.

Рассматриваемая схема процесса поверхностного плазменного нагрева под закалку характеризуется высоким КПД (60–80%) и согласованностью тем-

Рис. 1. Конфигурация установки для УВПЗ–2М плазменного поверхностного упрочнения



Рис. 2. Плазменно упрочненные колесные пары



пов нарастания плотности теплового потока греющей среды с теплофизическими свойствами стали.

Научно-производственное предприятие «ТОПАС» разработало новую технологию и оборудование для высокоскоростной плазменной поверхностной закалки.

Для высокотемпературной поверхностной закалки применяют установку УВПЗ-2М (рис. 1). В ее состав входят: источник электропитания; пульт управления с цифровой системой индикации параметров, оптимизации процесса и неразрушающего контроля; электродуговые горелки с кабель-шланговыми пакетами; специальные формирующие насадки со шланговыми пакетами; пакет монтажных соединений и ЗИП.

Техническая характеристика:

Рабочий ток, А 150–250

Рабочее напряжение, В 180–250

Расход сжатого воздуха при давлении в сети 0,5–0,6 МПа, м³/ч 5–8

Расход горючего газа, м³/ч:

метана 0,5

пропан-бутана 0,2

Расход воды для охлаждения при давлении в подводящей сети 0,3 МПа, м³/ч 1,5

Продолжительность включения ПВ, % 100

Глубина закаленной зоны, мм. . 0,5–3,5

Ширина закаленной зоны, мм. . 5–35

Технология поверхностной закалки НПП «ТОПАС» характеризуется новыми возможностями повышения контактно-усталостной прочности металла и, как следствие, увеличением надежности тягелонагруженных деталей. Она основана на использовании многокомпонентной химически активной высокотемпературной (6000–7000 К) струи продуктов сгорания углеводородного газа (метана, пропан-бутана) с воздухом. Такая высокотемпературная среда характеризуется комбинацией уникальных транспортных и теплофизических свойств. Она более энергоемка, чем любые двухатомные газы при тех же условиях. Теплоотдача от высокотемпературных продуктов сгорания к нагреваемому изделию повышается как за счет высокого температурного уровня, так и благодаря изменению транспортных свойств диссоциированных продуктов сгорания (вследствие их последующей рекомбинации). С технологической точки зрения — это легкость

регулирования окислительно-восстановительного потенциала, способность эффективно прогревать материалы, управлять параметрами стабилизированного электродугового разряда и др.

Многokратное (5–10 раз) повышение плотности теплового потока может быть достигнуто при закалке с малых дистанций в пределах начального участка струи за счет образования несамостоятельного диффузного разряда между соплом-анодом электродуговой горелки и деталью от отдельного малоомощного источника электропитания. Формирование такого разряда в высокотемпературных продуктах сгорания облегчается по сравнению с воздухом и инертными газами. Происходит это благодаря качественно-му изменению характера приэлектродных процессов на аноде горелки и повышению разности потенциала высокотемпературной струи по отношению к аноду в продуктах сгорания. Доступность и невысокая стоимость используемых рабочих газов делают особенно предпочтительным их применение с увеличением мощности установок, соответственно производительности процессов, когда рабочие параметры смещаются в область повышенных расходов газа.

Среди упрочняющих технологий плазменная является относительно новой, интенсивно развивающейся в последние годы. Широкое распространение получил процесс плазменного поверхностного упрочнения гребней колесных пар (рис. 2) без выкатки их из-под локомотива (рис. 3), а также с использованием автоматических линий (рис. 4). Стимулом развития технологии явились участвовавшие случаи катастрофического изнашивания колесных пар тягового и подвижного состава на всех железных дорогах бывшего Советского Союза. Среди множества принимаемых мер плазменное поверхностное упрочнение явилось наиболее эффективным.

Технология плазменной поверхностной закалки НПП «ТОПАС» обеспечивает увеличение надежности и долговечности колесных пар тягового и подвижного состава. Интенсивность изнашивания гребней колесных пар с плазменным упрочнением значительно ниже, чем у серийных (в 2,5–3 раза). Разработанная технология закалки колесных пар обеспечивает две отличительные особенности, способствующие улучшению механи-



Рис. 3. Плазменное упрочнение гребней колесных пар без выкатки из-под локомотива

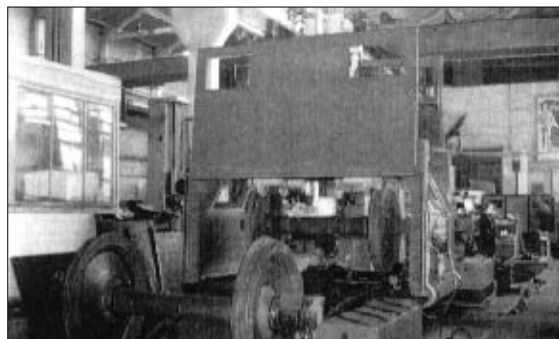


Рис. 4. Автоматическая линия для плазменной обработки колесных пар

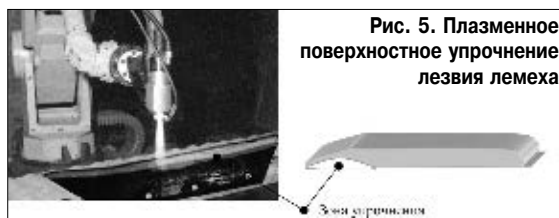


Рис. 5. Плазменное поверхностное упрочнение лезвия лемеха

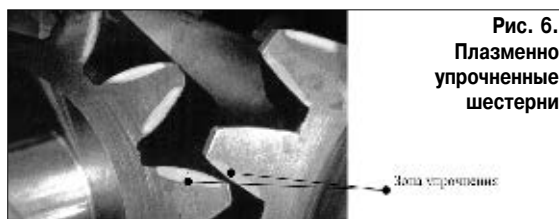


Рис. 6. Плазменно упрочненные шестерни

ческих свойств (в т. ч. снижению коэффициента трения в контакте гребня с боковой поверхностью рельса) и повышению трещиностойкости материала колеса в зоне плазменного упрочнения:

- локальное (в зоне наибольшего износа) поверхностное упрочнение гребня колеса на глубину 2,5–3 мм и ширину 35 мм с твердостью 280 НВ (в исходном материале) до твердости 450 НВ, что обеспечивает оптимальное соотношение твердости контактирующих поверхностей колеса и рельса;
- изменение структуры упрочненной зоны колеса — с феррито-перлитной смеси с размером исходных

(Окончание на стр. 39) ►

Модернизация установки для автоматической сварки крупногабаритных цилиндрических емкостей

М. Шомски, П. Хорбай, Д. Миколай, Технический университет (Кошице, Словацкая Республика)

Автоматизация сварочного процесса не только повышает производительность труда, но и улучшает качество сварного соединения вследствие уменьшения влияния на процесс человеческого фактора. От точности сварки зависят размеры сварных полуфабрикатов. Это серьезная проблема, особенно при сварке емкостей больших размеров.

Сварочную установку WST 1000 размещали на позиционном механизме (рисунок), который передвигали вдоль ложемента. С помощью четырех винтов, являющихся частью механизма позиционирования, установку перемещали в вертикальном направлении вдоль направляющей, расположенной в нижней консольной части. При этом консоль способна выполнять три независимых движения по трем осям. Движение всей конструкции обеспечивала верхняя тележка, которая перемещалась по рельсам и верхней направляющей, расположенной на колоннах.

Механизмы перемещения. Поперечное движение механизма позиционирования

и тележки обеспечивают асинхронные двигатели с редукторами на «скользящих» шестернях, что наиболее подходит для статических и динамических нагрузок, возникающих в начале движения. Для управления установкой WST 1000 используют шаговые двигатели, каждой осью которых управляют соответствующие модули. Вращение сварочной головки при изменении направления сварки осуществляет двигатель постоянного тока. Он поворачивает головку на угол до 90°. Приводом управляют вручную или автоматически в зависимости от положения свариваемого стыка.

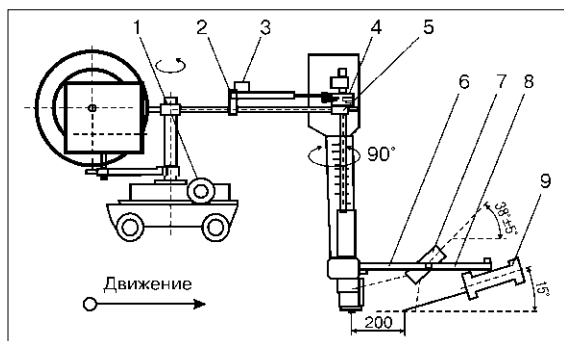
Контроль положения сварочной головки. Сварочная головка управляется по положению свариваемого стыка очень точно (сваривали листы толщиной 4 мм, состыкованные с минимальным зазором 2 мм). При этом можно использовать как датчики электрических сигналов (ток, напряжение, сопротивление, емкость, индуктивность и т. п.), так и датчики, основанные на оптическом принципе (инкрементальный датчик и т. п.). Применение резисторного датчика вместе с механико-кинематическим преобразователем, который преобразует направление стыка в электрический сигнал, является в данном случае наиболее целесообразным. Датчик представляет собой комбинацию подвижных резисторов и отклоняющегося щупа, который отслеживает свариваемый стык. Кроме того, необходим и визуальный контроль рабочей зоны с помощью CCD-камеры, передающей изображение на дисплей. Камера расположена на сварочной головке вместе с датчиком, и оператор может видеть и управлять последовательностью сварочного процесса.

Контроль и управление сварочным процессом. Начальную установку, позиционирование, управление и инспекцию процесса сварки выполняет

оператор с пульта управления. Выполнение всех операций (позиционирование, управление, контроль), а также технологические приборы связаны с цифровой системой управления. Для данных автоматических операций используют однокристалльную восьмибитовую систему управления SIMATIC S7 совместно с CPU-215. Система управления оснащена программируемой памятью EEPROM, аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями. Система SIMATIC управляет всеми процессами, т. е. является верхним уровнем для всех управляющих элементов, и программируется на языке STEP 7 с помощью персонального компьютера. Она совместима с системой управления сварочной установкой WST 1000.

Конструкция рабочей зоны предусматривает наиболее эффективное использование возможности перемещения в сварочной установке WST 1000. Размещение установки, ее значительная масса и длина в продольном направлении движения требуют подъема и плавного опускания установки на четырех винтах так, чтобы движущиеся части конструкции не пересекали прибора позиционирования. Для копирования стыка во время сварки необходимо точное управление с помощью четырех шаговых двигателей. Эта часть конструкции довольно сложна, но необходима. Однокристалльная система управления SIMATIC способна корректировать положение тележки сварочной головки в требуемом направлении по сигналам датчика. Сварку выполняют погруженной дугой, используя функции установки по частичному управлению процессом. Все это обеспечивает качественное изготовление крупногабаритных цилиндрических сосудов в среднесерийном производстве при сравнительно малых затратах.

Рисунок. Модернизированная сварочная установка WST 1000: 1 — привод управления поперечным движением; 2 — привод с фиксированной тягой; 3 — привод поворота сварочной головки на угол до 90°; 4 — привод с фиксированной тягой, расположенный на кронштейне сварочной головки; 5 — вращатель сварочной головки; 6 — держатель видеокамеры; 7 — видеокамера; 8 — держатель датчика; 9 — датчик положения свариваемого стыка



Искусственные нейронные сети и нечеткая логика в системах автоматического контроля и управления сварочными процессами

Н. В. Подола, д-р техн. наук, В. С. Гавриш, П. М. Руденко, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Новые технологии, в том числе сварочные, характеризуются высоким уровнем автоматического контроля и управления всем циклом производства. При этом особое внимание уделяют контролю и регулированию процесса сварки в реальном времени с целью обеспечения бездефектного производства. Сложность контроля процесса сварки заключается в том, что на качество соединения влияет множество факторов: характеристики материала, параметры режима, возмущения по питанию и др. Вместе с тем измерить качество шва непосредственно, как деталь при токарной обработке, невозможно. Из-за этого, например, при контактной точечной сварке для повышения надежности и прочности кузова автомобиля ставят на 30% точек больше, чем необходимо.

Качество контактной точечной сварки зависит от выбранного режима, технического состояния оборудования, а также от условий, при которых выполняют сварное соединение. В ряде случаев в производственных условиях на процесс сварки могут влиять различные возмущающие факторы, которые приводят к нарушению условий сварки.

Современные компьютерные системы управления контактными машинами обеспечивают задание временных опе-

раций цикла сварки, а также значений силы сварочного тока. Вместе с тем, при действии различных возмущений, например, колебаний напряжения сети, изменения сопротивления сварочного контура, изменения рабочей поверхности электродов, шунтирования и т. п., нарушаются условия сварки, что приводит к ухудшению качества сварных соединений, вплоть до полного непровара.

Одним из эффективных методов контроля качества сварки в процессе выполнения сварного соединения является контроль с использованием искусственных нейронных сетей. Искусственная нейронная сеть создается в виде компьютерной программы и образуется из множества нейронов, которые объединены между собой связями. При этом входные нейроны составляют первый входной слой, следующие слои называют скрытыми. Ко всем нейронам скрытого слоя данные поступают от всех нейронов входного слоя с весовыми коэффициентами — синаптическими весами. Число нейронов во входном слое определяется количеством входных сигналов, число нейронов и количество скрытых слоев — степенью нелинейности зависимости выходных параметров от входных.

Применительно к контактной точечной сварке разработанная нейронная сеть (рис. 1) состоит из трех слоев: входного, скрытого и выходного. В качестве входных параметров используют сигналы от датчиков сварочного тока $I_{св}$ и падения напряжения между электродами $U_{эл}$, которые измеряют в определенные моменты протекания сварочного тока. Как показали эксперименты, число нейронов скрытого слоя может не превышать трех. На выходе имеется один нейрон, который характеризует качество сварки: диаметр ядра свариваемой точки $d_я$ или усилие на ее разрыв $F_{разр}$.

Нейронная сеть не программируется, а обучается. Обучение нейронной сети заключается в определении синаптических весов W_{ij} , l порогов, т. е. коэффициентов, связывающих выходной параметр с входными параметрами. Используя градиентный метод «back propagation», по экспериментальным входным и выходным данным определяют синаптические веса и пороги каждого нейрона. После этого обученная нейронная сеть пригодна для прогнозирования качества сварки $d_я$ по входным параметрам $I_{свi}$ и $U_{элi}$.

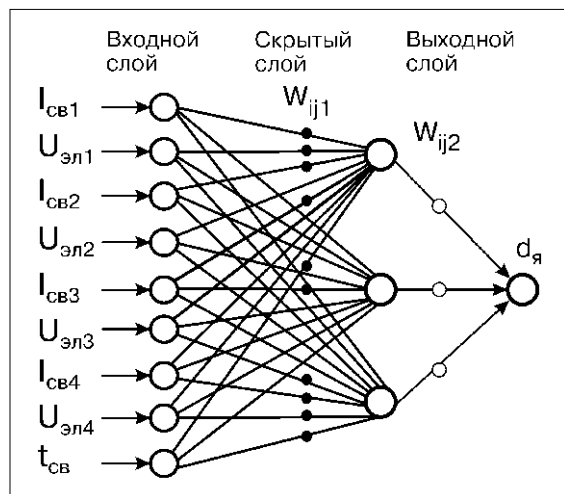
Основной характеристикой обученной нейронной сети является точность предсказания $d_я$ при точечной сварке деталей различных толщин и изменяющихся условий, при которых протекает процесс.

Изучение кривых $I_{св}(t)$, $U_{эл}(t)$ и $R_{эл}(t)$ показало, что качество сварки в значительной степени зависит не только от конечных значений этих параметров, которые обычно измеряют специальными приборами и вводят в технологические инструкции, но и от значений, измеренных в различные моменты времени протекания сварочного тока.

Для контроля качества сварки низкоуглеродистой стали толщиной от 0,8 до 2,0 мм входными параметрами нейронной сети являлись $I_{св}$ и $U_{эл}$, усредненные за каждый из четырех интервалов времени, на которые разделен весь процесс сварки. В этом случае более точно учитывается динамика изменения сопротивления между электродами $R_{эл}$, что позволяет повысить точность предсказания $d_я$. Разработанная нейронная сеть имеет восемь входных нейронов, три нейрона скрытого слоя и один выходной нейрон.

Сварку образцов из низкоуглеродистой стали производили на точечной машине переменного тока. Точность предсказания $\Delta d_я$ в диапазоне от 3,0 до 6,0 мм составила 0,3–0,5 мм.

Рис. 1. Схема нейронной сети для контактной точечной сварки

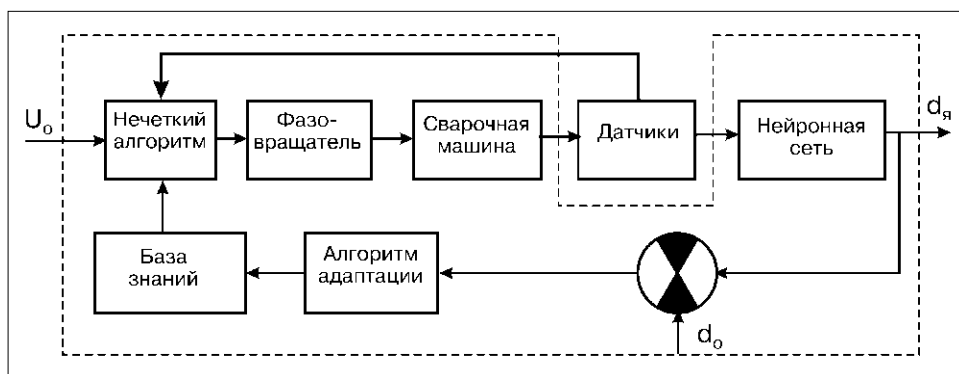


Сварка конструкций из алюминиевых сплавов характеризуется некоторыми особенностями процесса, которые влияют на параметры нейронной сети. В связи с тем, что алюминиевые сплавы имеют сравнительно низкое электрическое сопротивление и высокую теплопроводность, сварку этих материалов выполняют на машинах постоянного тока, низкочастотных или конденсаторных. В процессе образования ядра точки сварочный ток нарастает, а электрическое сопротивление между электродами резко падает. Исследования показали, что в начальный момент времени протекания тока имеет место большой разброс сопротивления между электродами $R_{эл}$ и, соответственно, падения напряжения между электродами $U_{эл}$. Стабилизация $U_{эл}$ наступает в конце первого периода тока ($t_{св} = 0,02$ с). В этот момент напряжение $U_{эл}$ наиболее достоверно характеризует процесс и в большей степени связано с качеством сварки.

В конце процесса $I_{св}$ и $U_{эл}$ оказывают большое влияние на качество сварки. Поэтому на вход нейронной сети введены $I_{св}$ и $U_{эл}$, измеренные как в конце первого периода импульса сварочного тока, так и в конце сварки. Такая нейронная сеть имеет четыре входных нейрона, три нейрона промежуточного слоя и один выходной нейрон.

Сварку образцов из алюминиевых сплавов производили на низкочастотной машине типа К-242. Точность предсказания $\Delta d_я$ в диапазоне от 2,5 до 5,8 мм составила 0,5–0,8 мм.

Нейронная сеть, построенная для одной толщины, может быть применена для оценки качества сварки другой толщины. В этом случае используют алгоритм адаптации, а входные данные



риск адаптации, а входные данные подаются в относительных величинах.

Для компенсации действующих возмущений используют алгоритмы управления процессом сварки, основанные на нечеткой логике (рис. 2).

В процессе сварки каждой точки измеряют $I_{св}$ и $U_{эл}$ в каждом полупериоде, эти величины сравнивают с базовыми, которые соответствуют оптимальному режиму сварки. Для определения компенсирующего управляющего воздействия отклонения параметров $I_{св}$ и $U_{эл}$ подвергают газификации, т. е. на основании экспериментальных и теоретических данных им присваивают значения, например, малый, очень малый, нормальный, большой, очень большой, в зависимости от фактически измеренных значений. В результате двумерная область существования процесса разбивается на несколько подобластей с различными значениями переменной по каждой координате. Для каждой подобласти определяют алгоритм управления в виде базы знаний, основанной на правилах «ЕСЛИ–ТО». Например, если $I_{св}$ норма и $U_{эл}$ меньше, то необходимо увеличить $I_{св}$ пропорционально $U = U_1 - U_0$, т. е. вклю-

чить алгоритм стабилизации напряжения на электродах $U_{эл} = U_0 = \text{const}$.

Таким образом, в зависимости от сочетания входных параметров выбирают требуемое управляющее воздействие или алгоритм управления. Причем, в случае размытости границ входных параметров, например, между нормальным и большим и очень большим, рассчитывают управляющее воздействие с учетом функции принадлежности и средневзвешенного значения параметра.

Разработанную методику и программное обеспечение при соответствующей доработке и оформлении можно использовать для автоматической оценки качества дуговой сварки, электронно-лучевой и лазерной сварки, сварки трением.

Обученная нейронная сеть для контроля точечной контактной сварки занимает память около 3 кбайт и может быть внесена в память любого контроллера на однокристалльном компьютере.

В ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ разработан такой контроллер РВК-100М, который предназначен для управления и контроля процесса точечной сварки на трехфазных низкочастотных и однофазных машинах переменного тока. ■ #280

Рис. 2. Структурная схема САУ на основе нейронной сети и нечеткой логики

Плазменная поверхностная закалка

(Окончание. Начало на стр. 19)

зерен 30–40 мкм до смеси мелкоигльчатого мартенсита с розеточным трооститом 50:50%.

Плазменная поверхностная закалка лезвия почвообрабатывающего инструмента (рис. 5) дает существенные преимущества перед традиционными (объемная закалка, наплавка) процессами

упрочнения. Инструмент самозатачивается при работе, а сравнительные испытания на трех машиноиспытательных станциях с различными грунтами показали примерно двухкратное увеличение стойкости. Учитывая высокую производительность закалки (2 см/с), легкость полной автоматизации процесса, простоту обслуживания оборудования, низкие текущие затраты и высокую эффективность, плазменное упрочнение лезвий почвообрабатывающего инструмента можно реализовать в условиях ремонтных предприятий.

Плазменную поверхностную обработку можно эффективно применять для повышения стойкости шестерен (рис. 6) и металлообрабатывающего инструмента. Проблема дефицита и высокой стоимости инструментальных сталей может быть существенно снижена для машиностроительных предприятий благодаря повышению работоспособности металлообрабатывающего инструмента (резцов, сверл, фрез). Плазменная поверхностная обработка позволяет повысить стойкость данного инструмента в 2–2,5 раза. ■ #278

НАШИ КОНСУЛЬТАЦИИ

Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150 Киев, а/я 52 или позвонить по телефону (044) 261–0839.

Расскажите, пожалуйста, о газовой сварке бронзы.

Е. В. Вишнева (Киев)

Газовую сварку бронзы используют при исправлении дефектов литья, ремонте бронзовых литых изделий, наплавке и в других подобных случаях. В промышленности применяют оловянные бронзы (ГОСТ 5017) и безоловянные (ГОСТ 493). В зависимости от состава бронзы могут быть литейными и деформируемыми, т. е. обрабатываемыми давлением.

Оловянные бронзы в качестве основной легирующей добавки содержат 3–14% (иногда до 20%) олова, а также могут содержать фосфор, цинк, никель и другие легирующие элементы. Олово в бронзе значительно понижает температуру плавления сплава и увеличивает интервал между температурами начала и окончания его кристаллизации, что увеличивает ликвацию при затвердевании расплавленного металла.

При сварке оловянной бронзы возникает обратная ликвация, при которой обогащенная оловом легкоплавкая часть сплава под действием объемных изменений и выделяющихся в шве газов перемещается из середины к поверхности сечения шва. Это приводит к появлению на поверхности шва выступов из мелких и крупных застывших капель, в которых содержание олова может достигать 15–18%. Это снижает механические свойства бронзы в нагретом состоянии настолько, что деталь может разрушаться под действием собственной массы еще в процессе сварки. Для предупреждения обратной ликвации применяют замедленное охлаждение детали в песке или асбесте. Сваривают только нормальным пламенем, так как окислительное пламя приводит к выгоранию олова, а избыток ацетилена увеличивает пористость, вызываемую растворением водорода в металле шва. Мощность пламени принимают 70–120 дм³/ч ацетилена на 1 мм толщины металла. Металл расплавляют концом восстановительной зоны пламени. Ядро пламени следует располагать на расстоянии 8–10 мм от поверхности ванны, для того чтобы уменьшить выгорание олова. При сварке литых

деталей применяют местный или общий подогрев до температуры 500–600 °С для уменьшения сварочных напряжений и деформаций. Подогрев осуществляют в печах, горнах или пламенем горелки (местный подогрев). Пламя должно быть «мягким», т. е. должно быть снижено давление кислорода для предупреждения раздувания жидкого металла ванны.

Кромки завариваемых дефектов тщательно зачищают и скашивают под углом 30–45° с притуплением 3–4 мм. Для предупреждения протекания металла с обратной стороны устанавливают подкладку из асбеста или графита; в случае необходимости обратную сторону шва формируют смесью из огнеупорной глины, песка и жидкого стекла. Сварку ведут только в нижнем положении, так как поворачивать деталь, нагретую свыше 350 °С, не следует ввиду опасности ее разрушения.

Присадочные прутки диаметром 5–12 мм применяют из бронзы, близкой по составу к свариваемому металлу. Желательно использовать присадочную проволоку, содержащую в качестве раскислителя до 0,4% кремния. Если допустимо различие по цвету металла шва и основного металла, то можно применять в качестве присадочного металла прутки или проволоку из латуни. Хорошие результаты получают при сварке оловянных бронз прутками из оловянной бронзы Бр.ОФ 6,5–0,4.

При сварке бронз используют флюсы, пригодные для сварки латуни. Для улучшения механических свойств и структуры металла сварного соединения деталь после сварки подвергают отжигу при температуре 750 °С и последующему охлаждению в воде с температуры 600–650 °С (закалке). Выдержка при температуре отжига в зависимости от размеров детали составляет 3–5 ч, скорость нагрева — не выше 100 °С/ч. При сварке оловянных бронз сварное соединение равнопрочно основному металлу.

Безоловянные бронзы в качестве основных легирующих элементов содержат марганец и никель, реже — цинк, железо, олово, алюминий. Они коррозионноустойчивы, имеют высокие механические свойства, износостойки и хорошо

свариваются. Наличие в них кремния и марганца улучшает свариваемость, так как кремний образует защитную пленку шлака, улучшает (как и марганец) жидкотекучесть металла шва и смачиваемость им кромок при сварке.

Сварку проводят нормальным пламенем мощностью 100–150 дм³/ч ацетилена на 1 мм толщины металла. Состав присадочного прутка выбирают таким же, как и состав основного металла. Флюсы используют те же, что и при сварке меди и латуни. Для деталей сложной формы необходим предварительный подогрев до температуры 300–350 °С. После сварки целесообразно использовать отжиг и закалку. Прочность соединения составляет 80–100% прочности основного металла.

Сварка безоловянных бронз, содержащих в качестве одного из компонентов алюминий, затруднена образованием тугоплавкого оксида алюминия Al₂O₃, для удаления которого применяют флюсы, пригодные для сварки алюминиевых сплавов.

Бронзы подобного состава широко распространены в машиностроении, они содержат железо, марганец, никель и до 10% алюминия. Обладают высокими механическими свойствами, коррозионной стойкостью, антифрикционными свойствами, устойчивы к действию низких температур, немагнитны, хорошо штамуются. Легирование железом, марганцем и никелем повышает механические, технологические и антикоррозионные свойства бронз; никель повышает их жаростойкость.

При подогреве до температуры 350–400 °С процесс сварки ускоряется. Присадочный металл используют с меньшим содержанием алюминия (до 5%). Из флюсов рекомендуют АФ–4А, используемый для сварки алюминиевых сплавов. Пламя должно быть мягким, нормальным, мощностью при сварке с подогревом 100 дм³/ч и при сварке без подогрева 175 дм³/ч ацетилена на 1 мм толщины металла. Скорость сварки должна быть максимальной. Концом прутка удаляют пленку окиси алюминия. При газовой сварке предел прочности сварного соединения составляет 320–400 МН/м² (32–40 кгс/мм²).

На вопрос
ответил

Ю. В. Демченко,
канд. техн. наук

Памяти Георгия Николаевича Кораба

6 ноября 2002 г. скоропостижно скончался известный ученый в области сварки полимерных материалов, заведующий отделом №80 Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, кандидат технических наук Георгий Николаевич Кораб.



Г. Н. Кораб родился 17 июня 1955 г. в Белой Церкви Киевской области. В 1957 г. закончил Киевский политехнический институт и несколько лет работал на предприятиях Харькова. С 1964 г. Г. Н. Кораб — аспирант Института электросварки им. Е. О. Патона. В 1968 г. защитил кандидатскую диссертацию и затем возглавил группу, занимающуюся технологическими разработками по электронно-лучевой сварке.

Наибольшую известность Г. Н. Корабу принесли его работы в области сварки полимерных материалов. В 1979 г. по поручению академика Б. Е. Патона он организовал отдел сварки и склеивания пластмасс и являлся его бессменным руководителем. При участии и под руководством Г. Н. Кораба выполнены многочисленные исследования по разработке технологии и оборудования для сварки изделий из пластмасс. Им опубли-

ковано более ста научных работ, воспитана школа научных кадров.

Особое внимание Г. Н. Кораб уделял вопросам сварки полиэтиленовых труб при строительстве газопроводов: совершенствованию технологий и оборудования, разработке нормативной документации для сварочно-монтажных работ, совершенствованию методов контроля качества сварных соединений, подготовке и аттестации инженерно-технических кадров. Результаты этих работ широко применяются в производстве, вошли в соответствующие государственные стандарты. На протяжении всей своей деятельности Георгий Николаевич занимал активную жизненную позицию, плодотворно работая в различных общественных организациях. Г. Н. Кораб возглавлял Межотраслевой центр по сварке полимерных материалов, был председателем комиссии по сварке пластмасс Национального комитета по сварке СССР, председателем секции «Сварка пластмасс» Научного совета по проблеме «Новые процессы сварки и сварные конструкции» ГКНТ СМ СССР. При активном участии Г. Н. Кораба в

1993 г. организована научно-производственная фирма «Полимерстрой», ставшая базовой организацией Госстроя Украины по стандартизации пластмассовых труб и соединительных деталей, а также нормированию технологии строительства и ремонта трубопроводов из полимерных материалов. В 2002 г. Г. Н. Кораб организовал и возглавил Украинскую Ассоциацию производителей труб и строителей пластмассовых трубопроводов. Ассоциация учредила украинский периодический технический журнал «Инженерные сети из полимерных материалов», освещающий проблемы применения полимеров в строительстве, первый номер которого вышел в октябре 2002 г.

Светлая память о Георгии Николаевиче Корабе — талантливом организаторе и ученом, умеющем работать и находить творческие контакты с людьми, человеке большого личного обаяния навсегда сохранится в сердцах его коллег, друзей и близких.

Институт электросварки им. Е. О. Патона, Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик»

Памяти Леонида Ивановича Миходуя

9 ноября 2002 г. на 62-м году преждевременно ушел из жизни известный ученый в области технологии сварки конструкций, доктор технических наук, лауреат премии Совета Министров СССР, член редколлегии журнала «Автоматическая сварка», ветеран ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины Леонид Иванович Миходуй.



Л. И. Миходуй родился 10 июня 1941 г. в Староконстантинове Хмельницкой области. С 1965 г. его трудовая деятельность неразрывно связана с Институтом электросварки, где он прошел путь от инженера до доктора технических наук, руководителя научного отдела.

Своей плодотворной научной деятельностью Л. И. Миходуй внес большой вклад в исследование свариваемости легированных сталей по-

вышенной и высокой прочности, разработал научные основы технологии их сварки. При его непосредственном участии разработаны новые сварочные материалы и технологические процессы сварки, которые легли в основу изготовления металлоконструкций шагающих и карьерных экскаваторов, нефтебурового оборудования, свай драг, автодорожного моста, машин большой грузоподъемности и других сооружений в Украине и странах СНГ. Его имя хорошо известно специалистам-сварщикам многих стран. За более чем тридцатилетний период научной работы Л. И. Миходуй опубликовал свыше ста шестидесяти работ, включая монографии и патенты.

За участие в разработке и внедре-

нии в производство прогрессивных сварочных технологий в 1986 г. Л. И. Миходуй в составе группы специалистов была присуждена премия Совета Министров СССР.

Человек исключительной порядочности, чуткий и отзывчивый, Леонид Иванович на протяжении всей своей деятельности занимал активную жизненную позицию, уделял большое внимание работе с молодыми научными кадрами.

Светлая память о Леониде Ивановиче Миходуе навсегда сохранится в сердцах тех, кто его знал и вместе работал.

Институт электросварки им. Е. О. Патона, Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик»

Стандартизация электронно-лучевой и лазерной сварки в СНГ

И. Л. Поболь, канд. техн. наук, Физико-технический институт (Минск),
А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, Инновационный центр «Технологии и материалы» (Киев)

Несмотря на широкое использование способов электронно-лучевой и лазерной сварки в промышленности бывшего СССР, для них отсутствовали государственные стандарты, существовали лишь отраслевые нормативные документы. Между тем на предприятиях СНГ эти способы по-прежнему применяют и продолжают совершенствовать. Это вызывает настоятельную необходимость стандартизации технологических процессов и оборудования для сварки высококонцентрированными источниками нагрева.

Рисунок. Этапы подтверждения соответствия технологии сварки и квалификации персонала (ДСТУ – Государственный стандарт Украины, EN – стандарт Европейского Союза)

□ Сертификационный центр
■ Производитель



Таблица 1. Перечень действующих отраслевых стандартов по электронно-лучевой сварке в Российской Федерации

Обозначение	Название
ОСТ1-80038-81	Сварка электронно-лучевая. Типовой технологический процесс
ОСТ1.80281-86	Сварка электронно-лучевая. Швы сварных соединений приборов. Типы и основные размеры
ОСТ 1 80374-91	Сварка электронно-лучевая. Оборудование. Общие технические требования
ОСТ11-054.018-79	Изделия электронной техники. Сварка электронно-лучевая. Технологический процесс
ОСТ24.949.01-83	Сварка электронно-лучевая автоматическая кольцевых швов гидроцилиндров. Типовой технологический процесс
ОСТ26-260-453-92	Электронно-лучевая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ОСТ107-460092.008-87	Сварка электронно-лучевая. Типовой технологический процесс

С помощью электронно-лучевой и лазерной сварки изготавливают детали с толщиной стенки от десятых долей миллиметра до сотен миллиметров. Так, используя электронный пучок, сваривают стали толщиной до 200 мм за один проход, а сплавы титана и алюминия — толщиной до 300 мм. Хорошо известны преимущества указанных способов сварки перед традиционными, однако и в соединениях, полученных с помощью электронно-лучевой и лазерной сварки, возможно возникновение дефектов. Характерными дефектами являются трещины, газовые поры, скопление и цепочки пор, усадочные раковины, непровары, подрезы, превышение выпуклости стыкового шва, волнистость корня шва, брызги металла и др.

С целью повышения качества сварных соединений, установления к ним требований, идентичных мировым, в Республике Беларусь разработан государственный стандарт СТБ 1149-99 «Сварка электронно-лучевая и лазерная. Соединения сварные. Уровни качества», который распространяется на сварные соединения из нелегированных и легированных сталей толщиной от 0,5 до 12 мм, выполняемых лазерной сваркой, и толщиной от 0,5 до 50 мм, выполняемых электронно-лучевой сваркой. Стандарт гармонизирован с ISO 13919-1:1996 Welding — Electron and laser-beam welded joints — Guidance on quality levels for imperfections. — Part 1. Steel.

В СТБ 1149-99 представлена классификация дефектов в сварных соединениях и их допустимая величина без исправления в зависимости от уровня качества. Стандарт устанавливает три уровня качества: D (умеренный), C (средний) и B (высокий). Уровень качества соединений, получаемых способами электронно-лучевой и лазерной сварки, следует выбирать перед началом производства, на стадии проектирования изделия, совместно конструктору, изготовителю и потребителю продукции. При этом необходимо принимать во внимание конструкцию соединения, последующую обработку поверхности, характер напряжений (статические, динамические), условия эксплуатации (окружающая среда, температура) и экономические факторы (стоимость сварки, контроля, испытаний и ремонта).

Сварные соединения, отнесенные к определенному уровню качества, не должны иметь дефектов, величина которых превышает предельные нормы, установленные стандартом. При необходимости ужесточения по конструкторским и технологическим соображениям допустимых норм по отдельным дефектам их следует указать в технических условиях или конструкторской документации на изделие.

СТБ 1149-99 может быть использован во всех отраслях промышленности, применяющих технологии электронно-лучевой и лазерной сварки.

В Российской Федерации в этой области действует лишь один стандарт: ГОСТ 28915-91 «Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры», а также ряд отраслевых стандартов (табл. 1). В Украине стандарты для электронно-лучевой и лазерной сварки отсутствуют. В то же время в мире технология и оборудование для электронно-лучевой и лазерной сварки довольно подробно регламентированы многими стандартами (табл. 2 и 3).

Отсутствие в СНГ системы развитой регламентации в области технологий с использованием высококонцентрированных источников нагрева объясняется еще и недостаточными исследованиями в этой области.

В порядке частичного восполнения существующих пробелов в подготовке стандартов для электронно-лучевой сварки в СНГ в данной статье изложена разработанная методика испытаний энергоблоков для электронно-лучевой сварки.

Методически правильный приемочный или поверочный контроль энергоблоков для электронно-лучевой сварки необходим для проведения аттестации сварочных установок промышленного назначения. При выполнении квалификационных испытаний энергоблоков должны быть обеспечены:

- отсутствие внешних воздействий и помех (вибраций, электрических и магнитных полей);
- меры безопасности для персонала и инспекторов;
- сварочная установка с водоохлаждаемой мишенью и необходимыми образцами металла;
- измерительные приборы соответствующего класса точности;
- вспомогательное оборудование.

Этапы электрических испытаний энергоблоков приведены в табл. 4. При проверках параметров нестабильности необходимо измерения контролируемой величины выполнять пять раз и брать их средние значения.

При выполнении заказов на машиностроительную продукцию способами электронно-лучевой или лазерной сварки изготовитель должен руководствоваться общими правилами подтверждения соответствия технологических процессов для классических способов сварки (рисунок). ■ #281

Таблица 2. Перечень международных стандартов по электронно-лучевой сварке

Шифр стандарта	Наименование стандарта
ISO 9956-10:1996	Specification and approval of welding procedures for metallic materials. — Part 10. Welding procedure specification for electron beam welding Спецификация и выбор приемов сварки для металлических материалов. — Часть 10. Спецификация приемов сварки для электронно-лучевой сварки
ISO 15614-11:2002	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test. — Part 11. Electron and laser beam welding Спецификация и выбор приемов сварки для металлических материалов. — Часть 11. Электронно-лучевая и лазерная сварка
ISO 13919-1:1996	Welding — Electron and laser-beam welded joints — Guidance on quality levels for imperfections. — Part 1. Steel Сварка — Электронно-лучевые и лазерные сварные соединения — Руководство по уровням качества для дефектов. — Часть 1. Сталь
ISO 13919-2:2001	Welding — Electron and laser beam welded joints — Guidance on quality levels for imperfections — Part 2. Aluminium and its weldable alloys Сварка — Электронно-лучевые и лазерные сварные соединения — Руководство по уровням качества для дефектов. — Часть 2. Алюминий и его свариваемые сплавы
ISO 14744-1:2000	Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines — Part 1. Principles and acceptance conditions Сварка — Приемочная инспекция электронно-лучевых сварочных машин. — Часть 1. Принципы и условия приемки
ISO 14744-2:2000	Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines. — Part 2. Measurement of accelerating voltage characteristics Сварка — Приемочная инспекция электронно-лучевых сварочных машин. — Часть 2. Измерение характеристик ускоряющего напряжения
ISO 14744-3:2000	Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines. — Part 3. Measurement of beam current characteristics Сварка — Приемочная инспекция электронно-лучевых сварочных машин. — Часть 3. Измерение характеристик тока пучка
ISO 14744-4:2000	Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines. — Part 4. Measurement of welding speed Сварка — Приемочная инспекция электронно-лучевых сварочных машин. — Часть 4. Измерение скорости сварки
ISO 14744-5:2000	Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines. — Part 5. Measurement of run-out accuracy Сварка — Приемочная инспекция электронно-лучевых сварочных машин. — Часть 5. Измерение точности выбега
ISO 14744-6:2000	Welding — Acceptance inspection of electron beam welding machines. — Part 6. Measurement of stability of spot position Сварка — Приемочная инспекция электронно-лучевых сварочных машин. — Часть 6. Измерение стабильности точки позиционирования
ISO 15568:1998	Practice for use of calorimetric dosimetry systems for electron beam dose measurements and dosimeter calibrations (available in English only) Практика использования систем калориметрической дозиметрии для измерений доз электронного пучка и калибровок дозиметров
ISO 15573:1998	Practice for dosimetry in an electron-beam facility for radiation processing at energies between 80 keV and 300 keV (available in English only) Практика дозиметрии в электронно-лучевом оборудовании для радиационной обработки при энергии 80–300 кэВ
ISO 1569:1998	Practice for dosimetry in an electron-beam facility for radiation processing at energies between 300 keV and 25 MeV (available in English only) Практика дозиметрии в электронно-лучевом оборудовании для радиационной обработки при энергии 300 кэВ — 25 МэВ

Таблица 3. Перечень международных стандартов по лазерной сварке

Шифр стандарта	Наименование стандарта
ISO 9956-11:1996	Specification and approval of welding procedures for metallic materials. — Part 11. Welding procedure specification for laser beam welding Спецификация и выбор способов сварки металлических материалов. — Часть 11. Спецификация способов сварки для лазерной сварки
ISO 13919-1:1996	Welding — Electron and laser-beam welded joints — Guidance on quality levels for imperfections. — Part 1. Steel Сварка — Электронно-лучевые и лазерные сварные соединения — Руководство по уровням качества для дефектов. — Часть 1. Сталь
ISO 13919-2:2001	Welding — Electron and laser beam welded joints — Guidance on quality levels for imperfections. — Part 2. Aluminium and its weldable alloys Сварка — Электронно-лучевые и лазерные сварные соединения — Руководство по уровням качества для дефектов. — Часть 2. Алюминий и его свариваемые сплавы
ISO 15614-11:2002	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — Welding procedure test. — Part 11. Electron and laser beam welding Спецификация и квалификация способов сварки для металлических материалов — Испытание способов сварки. — Часть 11. Электронно-лучевая и лазерная сварка
ISO 11145:2001	Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Vocabulary and symbols Оптика и оптические инструменты — Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Термины и обозначения
ISO 11146:1999	Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam parameters — Beam widths, divergence angle and beam propagation factor Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Методы испытаний для параметров лазерного луча — Ширина, угол расходимости луча и коэффициент распространения луча
ISO 11149:1997	Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Fibre optic connectors for non-telecommunication laser applications Оптика и оптические инструменты — Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Волоконно-оптические соединители для нетелекоммуникационных применений лазера
ISO 11151-1:2000	Lasers and laser-related equipment — Standard optical components. — Part 1. Components for the UV, visible and near-infrared spectral ranges Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Стандартные оптические компоненты. — Часть 1. Компоненты для ультрафиолетового, видимого и близкого к инфракрасному спектральных диапазонов
ISO 11151-2:2000	Lasers and laser-related equipment — Standard optical components. — Part 2. Components for the infrared spectral range Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Стандартные оптические компоненты. — Часть 2. Компоненты для инфракрасного спектрального диапазона
ISO 11252:1993	Lasers and laser-related equipment — Laser device — Minimum requirements for documentation Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Лазерный прибор — Минимум требований к документации
ISO 11253:1993	Lasers and laser-related equipment — Laser device — Mechanical interfaces Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Лазерный прибор — Механические интерфейсы
ISO 11254-1:2000	Lasers and laser-related equipment — Determination of laser-induced damage threshold of optical surfaces. — Part 1 Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Определение вызванных лазером границ повреждения оптических поверхностей. — Часть 1
ISO 11254-2:2001	Lasers and laser-related equipment — Determination of laser-induced damage threshold of optical surfaces. — Part 2 Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Определение вызванных лазером границ повреждения оптических поверхностей. — Часть 2
ISO 11557:1997	Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Test method for absorptance of optical laser components Оптика и оптические инструменты — Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Метод испытания поглощения оптическими компонентами лазера
ISO/TR 11552:1997	Lasers and laser-related equipment — Laser materials-processing machines — Performance specifications and benchmarks for cutting of metals (available in English only) Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Лазерные машины для обработки материалов — Спецификации выполнения и стендовые разметки для резки металлов
ISO 11553:1996	Safety of machinery — Laser processing machines — Safety requirements Безопасность машин — Лазерные машины для обработки — Требования безопасности
ISO 11554:1998	Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam power, energy and temporal characteristics Оптика и оптические инструменты — Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Методы испытаний мощности, энергии и временных характеристик лазерного луча
ISO 11670:1999	Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam parameters — Beam positional stability Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Методы испытаний параметров лазерного луча — Позиционная стабильность луча
ISO 12005:1999	Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam parameters — Polarization Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Методы испытаний параметров лазерного луча — Поляризация
ISO 13694:2000	Optics and optical instruments — Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam power (energy) density distribution Оптика и оптические инструменты — Лазеры и относящееся к лазерному оборудованию — Методы испытаний распределения плотности мощности (энергии) лазерного луча

Таблица 4. Методика испытаний энергоблоков для электронно-лучевой сварки с защитой от высоковольтных пробоев

Этап испытаний	Методика испытаний	Режим измерений
Проверка межэлектродных расстояний в сварочной электронной пушке	Измерить специальным мерительным инструментом с точностью 0,01 мм	Энергоблок не включен
Проверка стабилизатора ускоряющего напряжения: величины ускоряющего напряжения	Вместо электронной пушки подключить специальный технологический кабель и измерить напряжение на нем киловольтметром. Сравнить с показаниями соответствующего прибора энергоблока	После прогрева энергоблока в течение 30 мин
коэффициента нестабильности ускоряющего напряжения	Измерить постоянное напряжение U_0 на нижнем плече высоковольтного делителя. Определить максимальные отклонения ΔU_{0max} и среднее значение U_{0cp} Повторить измерения после воздействия каждого возмущающего фактора	$I_n = I_{n min}$; напряжение и частота сети — текущие; регистрировать непрерывно в течение 30 мин Напряжение сети изменить на +10%, затем на -10% при $I_n max$ и $I_n min$ при номинальном напряжении и частоте сети
коэффициента пульсаций ускоряющего напряжения	Вычислить коэффициент нестабильности по формуле $k = \pm \sqrt{(\Delta U_1^2 + \Delta U_2^2 + \Delta U_3^2 + \Delta U_4^2)} / U_{0cp}$, где ΔU_i — максимальное изменение напряжения U_0 при воздействии i -го возмущающего фактора (таких факторов — четыре)	—
коэффициента пульсаций ускоряющего напряжения	Измерить переменное напряжение на нижнем плече высоковольтного делителя. Вычислить величину коэффициентов пульсаций как отношение эффективного значения переменного напряжения к постоянному U_{0cp}	$I_n = I_{n min}$; $I_n = 0,1 \cdot I_{n max}$; $I_n = I_{n max}$
электрической прочности энергоблока	Повысить ускоряющее напряжение на 15%. Убедиться в отсутствии пробоев изоляции	$I_n = I_{n min}$; $\Delta t = 1$ мин
Проверка стабилизатора тока электронного пучка	Включить в цепь катода проходного пентода поверочный амперметр и параллельно ему конденсатор и диод. Регулируя ток электронного пучка, сравнить показания встроенного и поверочного амперметров	После прогрева энергоблока в течение 30 мин $U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = I_{n min} \dots I_{n max}$
коэффициента нестабильности тока электронного пучка	Задать ток электронного пучка в одном из двух диапазонов. Измерить постоянное напряжение U^+ , U^- , $U_{ном}$ на резисторе обратной связи стабилизатора при двух предельно допустимых значениях напряжения сети и при номинальном напряжении сети соответственно. Вычислить коэффициенты нестабильности для двух диапазонов тока электронного пучка по формуле $k = (U^+ - U^-) / U_{ном}$	$U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = (0,05 \dots 1) \cdot I_{n max}$; $I_n = (0,01 \dots 0,05) \cdot I_{n max}$; напряжение сети изменить на +10% и на -10%
коэффициента пульсаций тока электронного пучка	Измерить переменное и постоянное напряжение на резисторе обратной связи стабилизатора. Вычислить коэффициенты пульсаций для двух диапазонов тока электронного пучка как отношение эффективного значения переменного напряжения к постоянному напряжению	$U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = (0,05 \dots 0,4) \cdot I_{n max}$; $I_n = (0,4 \dots 1) \cdot I_{n max}$
минимального тока электронного пучка	Измерить постоянное напряжение на резисторе обратной связи стабилизатора. Вычислить $I_{n min}$ как отношение этого напряжения к сопротивлению резистора обратной связи	$U_{yck} = const \neq 0$; регулировку I_n установить на $I_{n min}$
Проверка стабилизатора тока фокусирующей линзы: величины тока фокусирующей линзы	Включить в цепь фокусирующей линзы поверочный миллиамперметр (или амперметр). Регулируя ток фокусирующей линзы, сравнить показания встроенного измерительного прибора и поверочного	После прогрева энергоблока в течение 30 мин $U_{yck} = 0$; $I_m = I_{m min} \dots I_{m max}$
коэффициента нестабильности тока фокусирующей линзы	Измерить постоянное напряжение U_0 на резисторе обратной связи стабилизатора при номинальном напряжении сети и изменении его на +10% и -10%. Повторять такие измерения через каждые 30 мин в течение трех часов. Вычислить коэффициент нестабильности по формуле $k = \pm (k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6 + k_7) / 7$, где $k_i = \pm (\sqrt{(U_i^+)^2 + (U_i^-)^2}) / U_{0i}$	$U_{yck} = 0$; $\Delta t = 3$ ч; $I_m = (I_{m max} + I_{m min}) / 2$
коэффициента пульсаций тока фокусирующей линзы	Измерить переменное и постоянное напряжение на резисторе обратной связи стабилизатора. Вычислить коэффициент пульсаций как отношение переменного напряжения к постоянному	$U_{yck} = 0$; $I_m = (I_{m max} + I_{m min}) / 2$
порога срабатывания блокировки ускоряющего напряжения при уменьшении тока фокусирующей линзы	Уменьшая ток фокусирующей линзы, добиться отключения ускоряющего напряжения. Измерить ток фокусирующей линзы, при котором произошло отключение	$U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = I_{n min}$
Проверка системы защиты от высоковольтных пробоев в электронной пушке (порога срабатывания и длительности импульсов запирающего)	Подключить к нижнему плечу высоковольтного делителя осциллограф. Уменьшая ускоряющее напряжение, добиться появления импульсов запирающего проходного пентода. Измерить при этом ускоряющее напряжение и длительность импульса запирающего	$U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = I_{n min}$
Проверка тока бомбардировки катода электронной пушки	Вместо электронной пушки подключить высоковольтный кенотрон. Включить в цепь анода кенотрона миллиамперметр. Измерить диапазон регулировки тока бомбардировки и сравнить с показаниями встроенного прибора	$U_{yck} = 0$
Проверка генератора развертки электронного пучка	На расстоянии 100–200 мм от торца электронной пушки установить металлическую пластину с гладкой поверхностью. В цепь каждой отклоняющей катушки включить прибор для измерения тока. Включить электронный пучок и, изменяя ток отклонения от $+I_{откл max}$ до $-I_{откл max}$ по координатам X и Y, «прочертить» следы электронным пучком на поверхности пластины. Измерить длины следов и вычислить степень их несовпадения по формуле $k = (L_x - L_y) / L_x$	$U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = I_{n раб}$
Проверка соосности электронного пучка и электронной пушки	Установить образец немагнитного металла для сварки: толщиной 40–60 мм; шириной ≥ 300 мм; длиной = 400 мм. Выполнить непрерывное проплавление образца с отрезками по 50 мм на следующих режимах: P=200 Вт, $I_{m опт}$; P=200 Вт, $0,95 \cdot I_{m опт}$; P=200 Вт, $1,05 \cdot I_{m опт}$; P=180 Вт, $1,05 \cdot I_{m опт}$; P=200 Вт, $I_{m опт}$. Определить смещение плоскости симметрии каждого отрезка шва относительно плоскости, соединяющей начало и конец составного шва. Изменить взаимориентацию образца и электронной пушки на 90° и повторить проплавление и измерение смещений	$U_{yck} = const \neq 0$; $I_n = I_{n раб}$
<i>Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: U_{yck} — ускоряющее напряжение; I_n — ток электронного пучка; $I_n max$, $I_n min$, $I_n раб$ — соответственно максимальный, минимальный и рабочий ток электронного пучка; P — мощность электронного пучка; I_m — ток электромагнитной фокусирующей линзы; Δt — интервал времени испытаний.</i>		



Учебные программы на 2003 г.

Межотраслевого учебно-аттестационного центра ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

1. Повышение квалификации инженерно-технических работников (с аттестацией на право технического руководства работами при изготовлении ответственных сварных конструкций, в том числе подведомственных государственным надзорным органам)

№ п/п	Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность		Сроки проведения	
			недели	часы	начало	конец
1.1		Техническое руководство сварочными работами на объектах, за которыми осуществляется государственный надзор (руководители сварочных работ):				
1.1.1	01	подготовка и аттестация	3	112 ч	10.02	28.02
	02	перееаттестация	24		26.02	28.02
1.2		Руководство сварочно-монтажными работами при строительстве и ремонте газопроводов из полимерных материалов:				
	03	подготовка и аттестация	2	72 ч	*	*
	04	перееаттестация	1	32 ч	*	*
1.3	05	Подготовка и аттестация председателей комиссий по аттестации сварщиков-экспертов Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС)	3	112 ч	09.06	27.06
1.4		Подготовка членов комиссий по аттестации сварщиков:				
1.4.1	06	специалисты технологических служб, отвечающие за организацию аттестации сварщиков	2	76 ч	15.09	26.09
1.4.2	07	специалисты служб технического контроля, отвечающие за контроль сварных соединений (включая специальную подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	2	70 ч	17.02	28.02, 07.04-18.04, 09.06-20.06, 14.07-25.07, 08.09-19.09, 01.12-12.12
1.4.3	08	специалисты служб охраны труда предприятий	2	76 ч	07.02	28.02
1.5		Организация и проведение аттестации сварщиков в соответствии с национальными и международными требованиями.				
		Подтверждение полномочий (расширение допусков, аттестация) председателей комиссий — экспертов УАКС:				
1.5.1	09	для экспертов УАКС со стажем 3 года	16			По согласованию с УАКС
1.5.2	10	для экспертов УАКС со стажем 6 лет	32			По согласованию с УАКС
1.6		Организация и проведение аттестации сварщиков в соответствии с национальными и международными требованиями.				
		Подтверждение полномочий (расширение допусков) членов комиссий по аттестации сварщиков:				
1.6.1	11	специалисты технологических служб, отвечающие за организацию аттестации сварщиков	24			Апрель, июнь, ноябрь
1.6.2	12	специалисты по техническому контролю (включая специальную подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	24		27.01	30.01, 10.04-13.04, 19.05-22.05, 10.11-14.11
1.6.3	13	специалисты по охране труда	24		*	*
1.7	14	Технология и организация производства сварочных электродов	3	112 ч	02.06	20.06
1.8	15	Восстановление изношенных деталей машин и механизмов наплавкой	2	76 ч	19.05	30.05
1.9	16	Профессиональная подготовка и аттестация специалистов по металлографическим исследованиям (исследование макро- и микроструктур, измерение твердости, выявление межкристаллитной коррозии и определение ферритной фазы)	2	76 ч	16.06	27.06, 06.10-17.10
1.10	17	Эмиссионный и спектральный анализ (стилюскопирование) металлов и сплавов	2	76 ч	20.01	31.01
1.11		Переподготовка специалистов сварочного производства по программам Международного института сварки (с выдачей международного диплома):				
1.11.1	18	Международный инженер-сварщик (IWE)	72		*	*
1.11.2	19	Международный технолог-сварщик (IWT)	72		*	*
1.11.3	20	Международный специалист-сварщик (IWS)	56		*	*
1.11.4	21	Международный инспектор-сварщик (IWI)	74		*	*
1.11.5	22	Международный практик-сварщик (IWP)	32		*	*
1.12	23	Подготовка менеджеров по управлению качеством в сварочном производстве (с выдачей европейского сертификата)	96		*	*
1.13	24	Технология и оборудование для сварки в монтажных условиях	2	76 ч	19.05	30.05
1.14	25	Организация неразрушающего контроля на предприятиях железнодорожного транспорта	2	70 ч	21.01	01.02, 13.05-24.05, 02.12-13.12
1.15	26	Техническое руководство сварочными работами при ремонте действующих трубопроводов (под давлением)	2	76 ч	07.04	18.04
1.16	27	Методы и аппаратура аналитического контроля в производстве сварочных материалов	2	76 ч	09.06	20.06
1.17		Физико-механические испытания материалов и сварных соединений:				
1.17.1	28	повышение квалификации и аттестация	2	76 ч	10.03	21.03, 13.10-24.10
1.17.2	29	перееаттестация	24		19.03	21.03, 22.10-24.10
1.18	30	Контроль эксплуатационной надежности основного металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов энергетических объектов	2	76 ч	19.05	30.05
1.19	31	Охрана труда, гигиена и экология сварочного производства	2	72 ч	22.09	03.10

2. Подготовка и повышение квалификации инструкторов и преподавателей по сварке

2.1	32	Подготовка инструкторов по обучению сварщиков по модульным программам	5	192 ч	12.05	18.06
		Международной организации труда			10.11	12.12
2.2	33	Повышение квалификации преподавателей специальных дисциплин по сварке	3	112 ч	12.05	30.05, 10.11-28.11

3. Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации сварщиков и дефектоскопистов (с присвоением квалификации в соответствии с национальными и международными требованиями)

3.1		Подготовка сварщиков (на базе модульных учебных систем):				
3.1.1	34	ручной дуговой сварки покрытыми электродами (ММА)	9	342 ч		Индивидуально
3.1.2	35	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (TIG)	4	152 ч		Индивидуально
3.1.3	36	газовой сварки (Gas)	3	114 ч		Индивидуально
3.1.4	37	механизированной дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитных инертных газах (MIG/MAG)	3	114 ч		Индивидуально
3.1.5	38	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	3	114 ч	17.03	04.04**
3.1.6	39	автоматической сварки под флюсом	3	114 ч	30.06	18.07**
3.1.7	40	электрошлаковой сварки	3	114 ч	20.10	07.11**
3.1.8	41	контактной (прессовой) сварки (рельсов, промышленных и магистральных нефте- и газопроводов)	3	114 ч	17.03	04.04**, 10.11-28.11
3.1.9	42	пластмасс (сварка трубопроводов из полимерных материалов)	5	192 ч	*	*
3.2	43	Повышение квалификации сварщиков по различным способам сварки	2	72 ч	**	**

№ п/п	Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
3.2		Подготовка резчиков:		
3.2.1	44	газовой резки	3 недели (114 ч)	*
3.2.2	45	ручной и механизированной воздушно-плазменной резки	3 недели (114 ч)	07.07–25.07
3.3	46	Подготовка металлизаторов по нанесению упрочняющих и защитных покрытий на металлы	5 недель (196 ч)	31.03–25.04
3.4		Подготовка дефектоскопистов:		
3.4.1	47	ультразвукового контроля	202 ч	Февраль, октябрь
3.4.2	48	рентгеновского и гамма контроля	188 ч	
3.4.3	49	магнитного контроля	174 ч	Апрель, ноябрь
3.4.4	50	капиллярного контроля	170 ч	
3.5		Переподготовка дефектоскопистов:		
3.5.1	51	ультразвукового контроля	182 ч	Февраль, июнь, октябрь
3.5.2	52	рентгеновского и гамма контроля	158 ч	
3.5.3	53	магнитного контроля	152 ч	Апрель, ноябрь
3.5.4	54	капиллярного контроля	146 ч	
3.6		Повышение квалификации дефектоскопистов:		
3.6.1	55	ультразвукового контроля	112 ч	Февраль, июнь, октябрь
3.6.2	56	рентгеновского и гамма контроля	168 ч	
3.6.3	57	магнитного контроля	134 ч	Апрель, ноябрь
3.6.4	58	капиллярного контроля	138 ч	
3.7	59	Контролер сварочных работ (визуально-оптический контроль)	154 ч	Февраль*
3.8	60	Контролер неразрушающего контроля, I уровень квалификации	178 ч	Май, ноябрь*
3.9		Контролер неразрушающего контроля, II уровень квалификации:		
3.9.1	61	начальная подготовка	220 ч	Май, ноябрь*
3.9.2	62	переподготовка контролеров НК I уровня	120 ч	Май, ноябрь*
3.10	63	Повышение квалификации дефектоскопистов ультразвукового контроля колесных пар вагонов	3 недели (112 ч)	10.03–28.03, 10.05–30.05 30.06–18.07, 08.09–27.09
3.11	64	Целевая подготовка дефектоскопистов неразрушающего контроля предприятий железнодорожного транспорта	4 недели (152 ч)	**
3.12	65	Подготовка операторов-термистов на передвижных термических установках	3 недели (112 ч)	01.12–19.12
3.13	66	Поверхностная закалка колесных пар на установках высокотемпературной закалки (повышение квалификации термистов)	3 недели (112 ч)	**
3.14	67	Контактная точечная, рельефная, шовная сварка различных конструкций из сталей с покрытием (цинк, олово)	2 недели (72 ч)	15.09–26.09

4. Аттестация персонала сварочного производства (в соответствии с национальными и международными нормами и стандартами)

4.1	68	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с ДСТУ 2944–94, ДСТУ 2945–94, от 152 ч до 76 ч ¹⁾	1–2 недели мес., правилами Госназдорхрантруда (ДНАОП 0.00–1.16–96), правилами Госатомнадзора (ПНАЭГ–7–003–87)	1–2 недели мес., 3–4 недели мес.
4.2	69	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с правилами Госназдорхрантруда (ДНАОП 0.00–1.16–96), правилами Госатомнадзора (ПНАЭГ–7–003–87)	32 ч	Еженедельно
4.3	70	Подготовка и аттестация сварщиков в соответствии международными стандартами ISO 9606 и EN 287	76 ч	1–2 недели мес., 3–4 недели мес.
4.4	71	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии международными стандартами ISO 9606 и EN 287	34 ч	Еженедельно
4.5	72	Аттестация сварщиков на право выполнения работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)	114 ч	*
4.6	73	Аттестация сварщиков пластмасс (сварка трубопроводов из полимерных материалов)	Проводится по окончании курса 42	
4.7	74	Периодическая аттестация сварщиков пластмасс (сварка газопроводов из полиэтиленовых труб)	32 ч	*
4.8		Специальная подготовка дефектоскопистов к аттестации в соответствии с ДНАОП 0.00–1.27–97 (I, II уровень квалификации) ²⁾ :		
4.8.1	75	ультразвуковой контроль	140 ч	16.06–11.07, 06.10–30.10
	76	«	70 ч	15.04–25.04, 18.11–28.11
	77	«	60 ч	16.04–25.04, 19.11–28.11
	78	«	24 ч	27.01–31.01, 26.05–29.05 02.09–05.09, 08.12–11.12
4.8.2	79	радиационный контроль	140 ч	03.02–27.02, 16.06–10.07 15.09–07.10, 01.12–25.12
	80	«	70 ч	07.04–18.04, 10.11–21.11
	81	«	60 ч	08.04–18.04, 11.11–21.11
	82	«	24 ч	27.01–30.01, 10.03–13.03
4.8.3	83	магнитный контроль	110 ч	01.04–18.04, 03.11–21.11
	84	«	60 ч	01.04–18.04, 03.11–21.11
	85	«	40 ч	01.04–18.04, 03.11–21.11
	86	«	24 ч	02.06–05.06, 15.12–18.12
4.8.4	87	капиллярный контроль	110 ч	07.04–25.04, 10.11–28.11
	88	«	60 ч	07.04–25.04, 10.11–28.11
	89	«	40 ч	07.04–25.04, 10.11–28.11
	90	«	24 ч	02.06–05.06, 09.12–12.12
4.8.5	91	визуально-оптический контроль	70 ч	17.02–28.02, 07.04–18.04 14.07–25.07, 08.09–19.09 01.12–12.12
	92	«	34 ч	*
	93	«	24 ч	27.01–30.01, 19.05–22.05 10.11–14.11
4.8.6	94	вихретоковый контроль	110 ч	*
	95	«	60 ч	*
	96	«	40 ч	*
	97	«	24 ч	*

* По мере поступления заявок и комплектования учебных групп. ** По согласованию с заказчиком.

¹⁾ Продолжительность подготовки устанавливается аттестационной комиссией.

²⁾ Продолжительность программы указывается в направлении ОСП (орган по сертификации персонала)

По просьбе заказчиков возможно проведение обучения по другим программам, не вошедшим в данный перечень.

На период обучения слушателям предоставляется общежитие с оплатой за наличный расчет. Стоимость обучения определяется в договоре на обучение. Для решения вопроса о приеме на обучение необходимо направить заявку в адрес Центра не позднее, чем за 1,5 месяца до начала занятий.



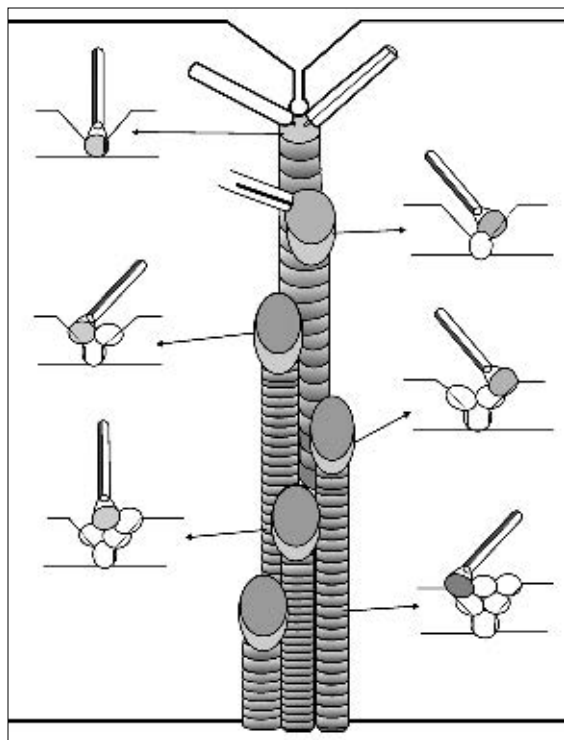
Познавательная психология и биомеханика движения мышц в обучении сварщиков

Р. Ястшембский, «Технольконстшембский Со Т с о. о», А. Стенцель, Институт соединения металлов, А. Тройнацкий, Политехнический институт (Краков, Польша)

Создание биокибернетических компьютерных программ в сварке требует изучения различных аспектов, определяющих степень подготовки сварщика: развитие мышц, интенсивность и срок обучения, продолжительность тренировки выполнения самого процесса сварки и опыт работы. Важную роль в курсовом обучении играет применение познавательных процессов когнитивной теории распознавания изображений, механизм познания и освоения техники сварки. Тщательный анализ этих аспектов позволил психологам разработать и внедрить методы более быстрого и качественного обучения сварщиков. Эти методы могут быть применены и при создании компьютерных программ для ведения промышленных работ.

Рис. 1. Последовательность наложения сварных швов в широкой разделке кромок

В данное время нет такой сварочной технологии, которая позволила бы промышленному роботу-сварщику, оснащенному оптическими датчиками, на основании анализа изображения сварить, например, трубы в случае их неровной состыковки и неточного изготовления свариваемых кромок (разная высота



свариваемых кромок и переменный зазор). Сварку в этом случае может выполнить лишь хорошо обученный сварщик.

С целью повышения эффективности обучения сварщиков необходимо проанализировать биомеханические свойства, влияющие на качество сварки: физическую подготовку, наблюдательность и координацию движений по результатам наблюдения.

Анализ существующих методов обучения сварщиков позволил сформулировать следующие задачи для физической подготовки сварщиков:

- наращивание и тренировка мышц рук, особенно мышц запястья, обучение стабильному удержанию и перемещению электрододержателя;
- укрепление рефлексов с целью поддержания стабильности сварки и правильного формирования сварного шва.

Только одной тренировки мышц недостаточно для достижения обучаемым техники сварки. Очень важным является умение наблюдать и координировать движения в зависимости от увиденного. Данные вопросы помогает решить познавательная психология. В этом наиболее современном разделе психологии изучается психика человека методом обработки информации. Применение методов познавательной психологии на этапе обучения может сделать этот процесс оптимальным для начинающего, а также повысить компетенцию главного сварщика, чтобы он имел возможность поправить движения сварщика во время работы. На этапе теоретического обучения и инструктажа эффективно использовать такие методы познавательной психологии:

- **Сравнение с эталонным изображением.** Эталоном является ключевое понятие, например, внешний вид, которое подвергается распознаванию. Распознавание происходит путем сравнения сигнала, идущего от объекта, с внутренними эталонами и отыскания образа, ко-

торый лучше других соответствует сигналу, что и ведет к распознаванию объекта.

■ **«Пандемониум»** (совокупность подпрограмм) — состоит из демонов (подпрограмм), которые перерабатывают воспринимаемое изображение, причем каждый из них осуществляет отдельное действие. Первая группа демонов (демоны изображения) производят самую простую работу — регистрируют наружный сигнал от первоначального изображения. Потом это изображение анализируется демонами признаков; каждый из них ищет в представленном изображении определенные характерные признаки (линии или углы в характерном силуэте, определенный изгиб или контур и пр.). Познавательные демоны следят за реакцией демонов признаков. Каждый познавательный демон отвечает за опознание определенного типа признаков. Последним звеном являются демоны решений, которые занимаются оценкой интенсивности реакций отдельных познавательных демонов. Система описывает очередность операций во время анализа признаков изображения.

■ **Анализ синтезированной исходной информации.** Интерпретация сенсорных данных основывается на знаниях о том, каким должен быть сигнал. Сенсорные данные дают возможность синтезировать явление путем обработки огромного количества информации, которая собирается и затем обычно автоматически анализируется для понимания происходящего.

Влияние методов познавательной психологии на качество обучения исследовали инженеры-инструкторы, которые проводили такое обучение. Был также обобщен опыт около 100 главных сварщиков, ведущих занятия на «Курсах надзора и контроля сварочных работ», организованных фирмой «Технольконстшембский Со Т с о. о». Эксперименты и наблюдения проводили и в центрах обучения сварщиков в престижных фирмах и сварочных лабораториях польских

высших технических учебных заведений.

Главной целью исследований было:

- изучение процесса распознавания элементов сварочной ванны и происходящих в ней явлений, которые сварщик наблюдает во время работы и которые записываются в его подсознании;
- овладение учеником искусством наблюдения за малоуловимыми, но существенными в процессе сварки, элементами ванны и положением сварного шва (умение фильтровать изображения сварочной ванны).

Процесс обучения заключается в том, что ученик выполняет правильный фрагмент шва и регистрирует в подсознании изображение сварочной ванны. Путем большого количества проб он учится стабилизировать процесс так, чтобы воспроизводить уже заученное изображение ванны. Поэтому во время сварки методом МАГ после разогрева сварочного материала и расширения шва сварщик сокращает дугу, изменяет напряжение на сварочном аппарате, а не ток.

Чтобы научить сварщика выполнять гладкий лицевой шов, лучше предложить ему вести границу сварочной ванны по выпуклой середине предыдущего шва (рис. 1), вместо того, чтобы он следующий шов передвигал на половину ширины предыдущего, потому что деление расстояния наполовину не будет точным. Похожее правило существует для наложения заполняющих швов без «приклеивания» и внешних швов без подплавления. Дальнейшая тренировка закрепляет в сознании эти операции.

Быстроту и качество усваивания техники сварки обеспечивают хорошее зрение, слух, знание теории, наблюдательность, физическое развитие, интенсивность и срок обучения, опыт и тренировка.

Каждый кандидат в сварщики проходит обследование зрения. Наблюдалась сложность при выполнении сварки у людей, не различающих оттенки красного цвета, аналогичные цвету жидкого шлака и жидкого металла.

Обычно во время монтажных работ в труднодоступных местах, когда хорошо заученные движения практически невозможно осуществить, о качестве соединения нужно судить с помощью зрения. Во время сварки электрическая дуга имеет интенсивное свечение, и ученик первоначально не видит существенных элемен-

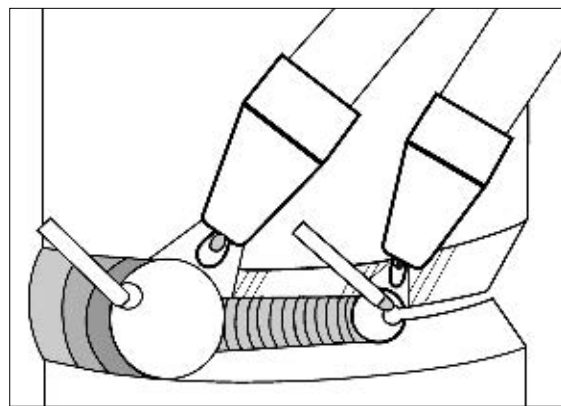
тов сварочного процесса: предыдущего шва, ванны жидкого металла и жидкого шлака. Только после долгой тренировки он не обращает внимания на дугу, а замечает более существенные элементы.

Во время исследований, проведенных Институтом соединения металлов в центре обучения сварщиков на фирме «Технольконстшембский», замечено, что благодаря длительному обсуждению рисунков места сварки ученик быстрее овладевает искусством наблюдения за сварочной ванной. После того как инструктор покажет ученику указателем из проволоки ванну жидкого металла и жидкого шлака, обучение сварки проходит более быстрым темпом. Это объясняется тем, что ученику трудно самостоятельно выловить на фоне яркой электрической дуги малоуловимую ванну жидкого металла, предыдущий шов и разделку кромок.

Слушателям «Курсов надзора и контроля над сварочными работами» длительное время неоднократно показывали разработанные Институтом соединения металлов механизмы формирования соединения и способ движения источника теплоты, а также технику подачи наплавляемого металла и укрупненно — зависимость динамики процесса от наблюдаемого изображения. После этого ученики, которые никогда не держали в руках сварочную горелку, при первом подходе выполняли методом ТИГ и МАГ правильный шов (рис. 2).

Хорошие сварщики часто при работе в труднодоступных или малоосвещенных местах, выполняя сварной шов, пользуются слухом, а не зрением. Опытный сварщик на слух может поддержать стабильность процесса горения сварочной дуги и правильное формирование шва. Это снижает нагрузку на глаза и уменьшает утомление, связанное с выполнением сварки. При сварке труб по характерному звучанию в трубе можно контролировать правильность выполнения шва. С помощью слуха можно также контролировать правильность горения сварочной дуги, что позволяет сосредоточиться на наблюдении за сварочной ванной.

Был проведен эксперимент, который основывался на прослушивании (без возможности наблюдения) некоторыми учениками звуков, сопровождающих сварку, выполняемую инструктором. Ученики, участвующие в эксперименте, показали при обучении лучшие резуль-



таты по сравнению с другими учениками.

Многолетний опыт в обучении доказывает, что люди очень высокие, крупного телосложения, спортивно тренированные, осваивают некоторые движения на практических занятиях с большим трудом, чем люди худощавые и менее тренированные. Это, в первую очередь, движения, связанные со стабильностью удержания и точным ведением электрододержателя. После исследований пришли к выводу, что легкость ведения электрододержателя обеспечивают мышцы запястья, а не бицепсы.

Ученик должен приобрести навык правильного перемещения электрододержателя: движения необходимо выполнять только запястьем и пальцами. По мнению большинства инструкторов, при тренировке нужно добиваться того, чтобы ученик не думал о сварке и управлял электрододержателем автоматически. Люди с нарушением вестибулярного аппарата не в состоянии научиться сварочному делу.

Слишком продолжительные занятия в течение дня отрицательно влияют на качество обучения: ученик утомляется и у него закрепляются неправильные навыки. Длинные перерывы в обучении также негативно сказываются на эффективности обучения. Был проведен следующий эксперимент:

- более обученный ученик тренировался 12 ч в день, но не каждый день;
- ученик, никогда не работавший электрододержателем, — 4 ч в день.

Ученик, который тренировался меньше, но систематически, быстрее и лучше освоил сварочное дело.

Из наблюдений следует, что срок обучения должен быть не менее 20 рабо-

Рис. 2. Предотвращение выливания жидкого металла в зазор при газозащитной сварке

(Окончание на стр. 51) ►

Производство сварочных материалов в странах СНГ в 2001 г.

П. В. Игнатченко, исп. директор, Ассоциация «Электрод» предприятий стран СНГ

Металлурги России в 2001 г. произвели 59,0 млн. т стали, 47,1 млн. т проката. Увеличение по сравнению с 2000 г. составило: стали — 3,6%, проката — 1%. Украина выпустила 31,4 млн. т стали и 22,4 млн. т проката; прирост составил соответственно 5 и 23%. Беларусь выплавляла стали 1,611 млн. т и произвела 1,477 млн. т проката; по стали снижение составило 24%, а по прокату — увеличение на 1%. Несмотря на рост в 2001 г. производства стали и проката в России и Украине, объем выпуска сварочных материалов для дуговой сварки в странах СНГ снизился из-за роста экспорта металла.

Общий объем выпуска покрытых металлических электродов составил 252 321 т, из них 84% приходится на предприятия Российской Федерации, 14% — Украины и 2% — на остальные страны СНГ. Общий объем выпуска сварочных электродов в 2001 г. снизился по сравнению с 2000 г. на 8%, в т. ч. в Российской Федерации — на 6% и Украине — на 8%. Объем производства электродов с рutil-ильменитовым покрытием составил 179 231 т, с основным — 62 873 т, т. е. по сравнению с 2000 г. снизился соответственно на 10 и 8%. Выпуск электродов для сварки высоколегированных сталей, чугуна и цветных металлов (специальных электродов) составил 10 217 т, т. е. увеличился на 2%.

В Российской Федерации изготовлено электродов 211 949,6 т, в т. ч. с рutil-ильменитовым покрытием — 145 203,6 т и основным — 56 962 т, специальных электродов — 9784 т, в Украине — 35 325 т, из них с рutil-ильменитовым покрытием — 28 981 т и основным — 5911 т, а специальных электродов — 433 т.

Наметилась положительная тенденция в увеличении производства электродов малого и среднего диаметра (от 2,0 до 4,0 мм). Их выпуск суммарно составил 219 161 т, увеличение по сравнению с 2000 г. — 1,6%. Изготовлено электродов диаметром 5,0 и 6,0 мм соответственно 32 329 и 831 т. В результате произведено 85% электродов диаметром до 5,0 мм.

Общий объем выпуска легированной сварочной проволоки диаметром до 2,0 мм для механизированной сварки в углекислом газе, в двойных и тройных смесях на базе аргона составил 31 648 т, из нее диаметром 0,8–1,4 мм — 9925 т. В Российской Федерации изготовлено 22 290 т из них диаметром 0,8–1,4 мм — 6076 т, а в Украине — 9358 т, из них диаметром 0,8–1,4 мм — 3849 т.

По сравнению с 2000 г. общий объем выпуска проволоки уменьшился на 5%, в Российской Федерации — на 4%, а в Украине — на 7%. Следует отметить постоянный рост производства омедненной проволоки. Из общего объема выпуска легированной проволоки 6261 т приходится на омедненную, изготовление которой по сравнению с 2000 г. выросло на 18%. Положительным также является то, что эта проволока по просьбе заказчиков поставляется на шпулях и катушках с рядной намоткой, массой от 5 до 20 кг, в специальной упаковке.

Сварочной и наплавочной порошковой проволоки изготовлено в 2001 г. всего 3073 т: сварочной — 1610 т, наплавочной — 1463 т; по сравнению с 2000 г. увеличение составило 3%. Объем производства порошковой проволоки в Российской Федерации составил 2336 т: сварочной — 1398 т и наплавочной — 938 т, в Украине произведено 737,4 т порошковой проволоки: сварочной — 211,8 т и наплавочной — 525,6 т.

Сварочных флюсов произведено в 2001 г. 28 746 т, в том числе в Российской Федерации — 8715 т, в Украине — 20 031 т, объем производства сварочного флюса по сравнению с 2000 г. в Российской Федерации увеличился на 15%, а в Украине уменьшился на 12%.

В 2001 г. общий объем производства сварочных материалов составил 315 788 т, в том числе для механизированной сварки — 77 595 т. На долю выпуска сварочных материалов для механизированной сварки приходится 31% общего выпуска.

Из приведенных данных видно, что по-прежнему основную часть сварочных работ в странах СНГ выполняют покрытыми электродами. В тоже время за рубежом этим способом выполняют лишь 15–20% работ.

Следует также отметить, что в 2001 г. на долю предприятий — членов Ассоциации «Электрод» выпуск сварочных электродов составил 75%, порошковой проволоки — 82%, легированной сварочной проволоки диаметром до 2,0 мм для механизированной сварки в защитных газах — 62%.

В 1999–2001 гг. предприятия Российской Федерации экспортировали в страны СНГ сварочные электроды в объеме 11 190,5 т, из них в Украину — 846,4 т. Экспорт украинских заводов составил 2083 т, из них в Россию — 108 т. Следует отметить, что из России в Украину поставляют преимущественно электроды с основным покрытием, а из Украины в Россию — с рutilовым и ильменитовым покрытием. Основными импортерами данного вида продукции являются страны Центральной Азии. С каждым годом объем экспортно-импортных операций между странами СНГ снижается. Это связано, вероятно, как со стоимостью продукции, так и со стремительным развитием процесса создания новых электродных заводов, цехов и участков.

По оценкам специалистов, на начало 2002 г. в СНГ насчитывалось более 300 предприятий-производителей электродов. Для сравнения, по статистическим данным в 1989 г. в СССР существовало 123 предприятия-производителя электродов.

В Ассоциацию «Электрод» входят ведущие предприятия стран СНГ — изготовители сварочных электродов: ОАО «ЧСПЗ» (Череповец), который производит, кроме электродов, порошковую и легированную проволоку, ОАО «ОСПАЗ» (Орел) — электроды и легированную сварочную проволоку, ОАО «МММЗ» (Магнитогорск) — электроды, порошко-



вую наплавочную и легированную сварочную проволоку, ОАО «Спецэлектрод» (Москва), ЗАО «ЭЛЗ» и ЗАО «Свама» (С.-Петербург), ООО «Сычевский электродный завод» (Сычевка), ООО «Ротекс-К» (Москва), ОАО «Завод Нижегородский Теплоход» (Бор), ОАО «Уралхиммаш» (Екатеринбург), ЗАО «ШЭЗ» (Шадринск), ЗАО «ДОН» (Н. Оскол), ОАО «Артемаш «Вистек» (Артемовск), ОАО «Стальметиз» (Одесса) — электроды и сварочную проволоку, ОЗСМ ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, ОАО «Днепрометиз» (Днепропетровск), ООО «КЭЗ» (Кременчуг), а также разработчики и изготовители технологического оборудования для производства сварочных электродов: ОАО «НИИМонтаж» (Краснодар), ООО «ВАНТ» и ООО «Велма» (Киев), ООО «Ротекс-К», ОАО «Спецэлектрод», НТО «Свапро-М» (Москва), ОАО «Тяжпрессмаш» (Рязань).

Благодаря объединению усилий предприятий, входящих в Ассоциацию, удалось за короткое время поднять в странах СНГ электродное производство на более высокий уровень: создать новое поколение технологического оборудования, освоить новые технологические процессы, новые марки электродов. Все это предпринималось с целью создания конкурентоспособных сварочных материалов, соответствующих уровню ведущих зарубежных фирм, и защиты отечественного рынка от импорта аналогичной продукции.

Несмотря на положительные сдвиги в развитии производства электродов, проблема их качества все еще остается. Решению этой проблемы были посвящены организованные Ассоциацией две Международные конференции и семинары по сварочным материалам стран

СНГ. Их участниками были представители организаций, акционерных обществ, изготовители сварочных материалов, поставщики сырьевых компонентов, а также специалисты известных институтов: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, ЦНИИ КМ «Прометей», НИКТИ с ОП (Минск), Уральский гостехуниверситет и др., которые выступили с актуальными докладами и сообщениями.

К сожалению, приходится констатировать, что в конференциях и семинаре предприятия-потребители сварочных материалов не принимали активного участия. Необходимо более тесное сотрудничество изготовителей и потребителей сварочных материалов. Это будет способствовать повышению качества материалов и совершенствованию технологической культуры их применения.

Сегодня, в условиях жесткой конкуренции, заводы-изготовители сварных конструкций, стремящиеся выйти на мировой рынок со своей продукцией, стоят перед сложной проблемой при выборе сварочных материалов. Например, существуют традиционные марки сварочных электродов и известны поставщики этих материалов. Однако заказчик, а это чаще всего иностранная фирма, предъявляет требования, чтобы все расходные материалы имели признание авторитетных страховых агентств (Lloyd, TUV и т. п.). Предприятия-изготовители сварочных материалов не ведут активной работы по освоению новых марок электродов, способных удовлетворить современным требованиям.

Следует отметить, что разработчики сварочных электродов, прежде всего Институт электросварки им. Е. О. Патона, готовы оказать помощь в этом направлении, имея новые разработки электродов

марок АНО-36, АНО-37, АНО-ТМ, АНО-12С и т. д. В то же время, реагируя на сложившуюся конъюнктуру спроса, заводы-изготовители электродов увлеклись производством экс-электродов МР-3, АНО-4 и ОЗС-4 с различными буквенными приставками, которые дешевле, но не лучше хорошо зарекомендовавших себя марок. Поэтому развитие электродного производства нужно осуществлять как модернизацией технологического оборудования и технологии изготовления, так и активным освоением новых марок покрытых электродов. Именно в этом заключается инновационный характер развития производства сварочных материалов как отрасли промышленности, призванной обеспечить создание современных сварных конструкций.

Ассоциация «Электрод» ставит перед собой задачу активно содействовать развитию и становлению производства сварочных материалов в странах СНГ. Для достижения поставленной цели дирекция Ассоциации обратилась к потребителям сварочных электродов всех отраслей промышленности, Обществам сварщиков стран СНГ с просьбой:

- дать оценку качества изготовления электродов и их соответствия зарубежным аналогам;
- оценить, по каким сварочно-технологическим свойствам отечественные электроды уступают зарубежным;
- указать по маркам, удовлетворяют ли изготавливаемые сегодня в СНГ электроды сварочно-технологическим требованиям производства сварных конструкций.

По результатам анализа анкетирования будет подготовлен отчет для обсуждения на ближайшем Совете Ассоциации. ■ #283

Познавательная психология и биомеханика движения мышц в обучении сварщиков

(Окончание. Начало на стр. 49)

чих дней. Это обусловлено временем освоения различных методов сварки. Так, для освоения методов ТИГ сварки и газосварки сварщик должен выполнить 200 швов на трубах диаметром 75 мм и

толщиной стенки 3,2 мм, что соответствует 1200 м трубопровода. Чтобы научиться сварке методом МАГ и покрытым электродом, надо сделать столько же швов и такой же длины. При этом учитывается, что ученик через каждые 50 мм шва прерывает сварку и оценивает сваренный отрезок соединения.

Необходимой является физическая выносливость, особенно при длительной сварке. Сварщики, которые владеют правильной техникой удержания и ведения электрододержателя или горелки, не

так быстро утомляются. После интенсивной сварки требуется 2–3 дня отдыха. Более долгий перерыв плохо влияет на качество работ. После перерыва не рекомендуется в первый день производить ответственные сварные соединения.

Уровень сварщика зависит от уровня инструктора при обучении, коллег по работе, от которых он перенимает опыт, ответственного отношения к работам и уровня главного сварщика, под руководством которого ведутся работы.

■ #282

Георгий Александрович Николаев: «Утвердите правдивую историю техники!»



А. Н. Корниенко, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

17 января 2003 г. исполнилось бы 100 лет Георгию Александровичу Николаеву. По его многократно издававшейся книге «Сварные конструкции» несколько десятилетий учились все сварщики разных уровней, она стала пособием для проектировщиков ответственных инженерных сооружений. Труды Г. А. Николаева переведены на английский, китайский, французский, немецкий, чешский, польский, венгерский и румынский языки.

17.01.1978 г.
Юбиляр
благодарит
за теплые
поздравления

Г. А. Николаев родился 17 января 1903 г. в Москве, в семье адвоката Александра Петровича и педагога Евгении Владимировны Николаевых. В гимназии Георгий был круглым отличником. В юности увлекался историей, философией,

психологией, художественной литературой. В 1921 г. он поступил учиться в Московский государственный университет.

Как вспоминал Николаев: «...университет тогда мне казался учебным заведением, оторванным от жизни». И, проучившись всего один семестр в МГУ, он перешел в Московский институт инженеров транспорта. В 1925 г. Г. А. Николаева направляют в отдел инженерных исследований Научно-технического комитета Народного комиссариата путей сообщений; здесь реализовалась его мечта работать для железной дороги, здесь он познакомился с профессором Е. О. Патоном, руководившим мостоиспытательной станцией в Киеве.

Характер работы требовал более глубоких теоретических знаний, и Георгий Александрович вновь учится в МГУ на механико-математическом факультете, выполняет исследовательские работы в области теории колебания статически неопределимых систем. Изучение прочности ответственных инженерных конструкций легло в основу его научной деятельности. Г. А. Николаев много сделал для создания науки о прочности сварных конструкций. Конечно, его научные интересы были намного шире и разнообразнее. Результаты его исследований открыли дорогу широкому применению сварки в народном хозяйстве, в том числе и при строительстве железнодорожных мостов. В годы Великой Отечественной войны Г. А. Николаев участвовал в разработке конструкций артиллерийского и стрелкового оружия с широким применением сварки в процессе изготовления. Большое значение имели работы, связанные с ремонтом военной техники.

Педагогическая деятельность Георгия Александровича начинается в 1930 г. в Московском автогенно-сварочном учебном комбинате, в составе которого был техникум, а с 1931 г. — Московский автогенно-сварочный институт (МАСИ).

Осенью 1933 г. МАСИ был преобразован в сварочный факультет Московского механико-машиностроительного института им. Н. Э. Баумана (с 1943 г. МВТУ им. Н. Э. Баумана), где до конца жизни проработал Г. А. Николаев. Начинать он с должности профессора кафедры сварочного производства и одновременно кафедры сопротивления материалов. В 1935–1941 гг. Г. А. Николаев ведет исследовательскую работу в ЦНИИТмаше.

В 1939 г. Г. А. Николаев защищает докторскую диссертацию и его назначают проректором МВТУ по научной работе. С 1964 по 1985 гг. Г. А. Николаев — ректор МВТУ им. Н. Э. Баумана, с 1940 по 1947 г. — заведующий кафедрой «Сопротивление материалов», а с 1947 по 1989 гг. — кафедрой «Машины и автоматизация сварочных процессов». В 1979 г. он избран действительным членом Академии наук СССР.

Г. А. Николаев известен как создатель и руководитель крупной научной школы сварщиков МВТУ им. Н. Э. Баумана. Под его руководством были разработаны новые способы сварки в вакууме и ультразвуком, в том числе способы сварки и резки биологических тканей. Работы, выполненные под руководством Г. А. Николаева, отмечены Ленинской, двумя Государственными премиями, шестью премиями Совета Министров и многими другими премиями, а также медалями выставок.



Георгий Николаевич был одарен педагогическими и организаторскими способностями, под его руководством было выполнено около 100 кандидатских и более 20 докторских диссертаций. Он пользовался большим уважением и любовью среди преподавателей, студентов, работников промышленности и товарищей по общественной деятельности.

Каким был человек, в подчинении которого находились маститые ученые и совсем молодые люди, человек, создавший новые технологии и внедрявший достижения науки, председатель экспертной комиссии ВАК, депутат Московского городского Совета и Верховного Совета РСФСР, делегат четырех съездов КПСС, зам. председателя Научного Совета по проблеме «Новые процессы сварки и сварные конструкции», зам. председателя Национального комитета по сварке?

Его высокие научные звания и должности, обязанности руководителя тысячного коллектива вынуждали решать судьбы многих людей, оценивать предложения, идеи, научные разработки, и при решении самых сложных вопросов он оставался доброжелательным, обязательным и чутким. В конце жизни в «Воспоминаниях» Георгий Николаевич раскрыл свое кредо: «Будь ровен со всеми, будь внимателен к ученикам, цени друзей, не завидуй никому и никогда...».

Работая над материалом для энциклопедии, я обратил внимание на статью «Московское высшее техническое училище». Ее, как принято, подписал руководитель учреждения. Необычным было то, что ни в разделе, где перечислялись выдающиеся ученые-академики, ни в разделе о научных школах Николаев о себе не упоминал.

Когда в 1953 г. мне пришлось сдавать экзамен, к которому я готовился по учебнику Николаева, не мог и предположить, что через 25 лет буду беседовать с самим автором. Правда, Георгия Александровича я и раньше видел на конференциях, его всегда окружали люди, со всех сторон сыпались вопросы, он отвечал, энергично поворачиваясь в сторону спрашивающего. Неожиданная встреча произошла на квартире у К. К. Хренова. Константин Константинович заболел и не мог работать с редакторами энциклопедий в Москве и Киеве. Я должен был подключиться к подго-



18.03.1931 г. Первая группа воспитанников Г. А. Николаева (студенты МАСИ) на практике внедряет сварку металлических конструкций

товке материалов к новому изданию Украинской советской энциклопедии. Требовала решения и проблема, связанная с изобретением Бенардоса: в преддверии 100-летия изобретения дуговой сварки в США предложили считать автором этого способа другого изобретателя. Основанием послужили патент французского электротехника О. Меритена, датированный 1881 г., и статья К. К. Хренова в журнале «Автогенное дело» (1935 г.), посвященная 50-летию изобретения сварки, из которой можно было сделать вывод, что Бенардос изобрел сварку на четыре года позже француза. Правда, в энциклопедии К. К. Хренов указал другую дату бенардосовского изобретения — 1882 г. О причине расхождения я и хотел узнать, но не знал, как деликатнее приступить к беседе, так как у меня уже были материалы об изобретении Бенардосом сварки до 1881 г. В это время в кабинет энергично вошел Николаев. После теплого приветствия Константин Константинович представил меня новому гостю.

Узнав о теме нашей беседы, Георгий Александрович окупился в воспоминания. Многим ученым в эти годы был неизвестен тот факт, что Бенардос — русский изобретатель. Его биографии практически не знали. И вот в 1935 г. на кафедре в МВТУ пришел мужчина и со словами: «Я — Бенардос, сын изобретателя сварки», — положил на стол пухлую

папку с чертежами, рукописями, вырезками из газет. «Сварка — великое русское изобретение!» — сказал он. Это было неожиданное заявление. Оно совпало с политической ориентацией в стране на воспитание патриотизма. Сразу же был провозглашен 50-летний юбилей изобретения дуговой сварки. Эта «круглая» дата и обусловила время изобретения Бенардоса. «Конъюнктурные соображения — плохой советчик ученому», — сделал вывод Георгий Александрович. — «Исправлять созданную ситуацию теперь трудно. Утвердите правду истории техники!».

18 мая 1992 г. Г. А. Николаева не стало. В МВТУ им. Н. Э. Баумана стояла необычная для этого времени тишина. В нескончаемом потоке объединились студенты и преподаватели, знаменитые и неизвестные выпускники, коллеги со всей России и из многих стран. Множество венков и искренне опечаленные лица подтверждали, что этого человека любили и уважали, подушечки с орденами и медалями свидетельствовали о том, что его незаурядные способности, дело, которым он занимался, были высоко оценены. Траурный кортеж потянулся по улицам Москвы к Елоховскому кафедральному собору. Отпевали выдающегося ученого высокие иерархи Русской православной церкви.

Похоронен Георгий Александрович Николаев на Рогожском кладбище в Москве. ■ #284

К 90-летию со дня рождения И. И. Фрумина

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

8 декабря 2002 г. исполнилось бы 90 лет со дня рождения крупного ученого в области металлургии сварки и наплавки, профессора, доктора технических наук, основателя и первого заведующего отделом физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей Института электросварки им. Е. О. Патона — Исидора Ильича Фрумина.



1912—1984

И. И. Фрумин родился 8 декабря 1912 г. в Киеве. В 1936 г. он закончил химико-технологический факультет Киевского индустриального института и около года работал на одной из кафедр этого института. В 1937 г. обстоятельства сложились так, что Фрумину пришлось уйти из индустриального института, и он поступил на работу в Институт электросварки. На работу его принимал сам Евгений Оскарович Патон. Впоследствии Исидор Ильич вспоминал, что одной из первых работ, выполненных им по поручению Евгения Оскаровича, было создание методики оценки коррозионной стойкости несущих конструкций Дворца Советов в Москве. Для реализации методики Фрумину пришлось приложить немало усилий, и уже тогда он усвоил одно из основных правил патоновской школы — доводить порученное дело до практической реализации.

В те годы в Институте электросварки разрабатывался способ автоматической сварки под флюсом. Как это часто бывает при создании новых технологий и материалов во многих областях техники, эксперимент и в этом случае опережал теоретические исследования. Сотрудники института создавали флюс для автоматической электродуговой сварки методом проб и ошибок. Знания и опыт инженера-химика позволили Исидору Ильичу не только активно участвовать в экспериментах, но и находить теоретическое объяснение процессам, которые происходили при сварке под флюсом. Созданная на основе первых экспериментов теоретическая база позволила будущим поколениям исследователей-сварщиков с большей эффективностью разрабатывать новые флюсы для сварки различных сталей и сплавов.

Началась Великая Отечественная война. И. И. Фрумин уходит на фронт. С действующей армией он отступал от Киева до Сталинграда, выходя из окружения, участвовал в Сталинградской битве, а затем с боями прошел путь от Сталинграда до Берлина. За ратные заслуги он был награжден тремя орденами и четырьмя медалями.

После окончания войны Фрумин некоторое время работал в администрации советского коменданта Берлина и только в октябре 1945 г. демобилизовался из армии в звании гвардии майора.

После демобилизации И. И. Фрумин сразу же вернулся на работу в ИЭС им. Е. О. Патона. Накопленные до войны материалы помогли ему уже в 1946 г. защитить кандидатскую диссертацию. После защиты диссертации Исидора Ильича назначают заведующим лаборатории, затем он возглавляет созданный им отдел физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей. В те годы Исидор Ильич с коллегами выполнил ряд основополагающих работ по металлургии сварки, теории образования пор и трещин и борьбе с ними при сварке различных сталей и сплавов. При его непосредственном участии были разработаны первые отечественные плавильные флюсы и налажено их производство.

Особенно велики и широко известны заслуги И. И. Фрумина в создании научных и практических основ механизированной наплавки. Под его руководством были разработаны первые наплавочные порошковые проволоки и технологии наплавки валков горячей прокатки. Одну из этих проволок — ПП-Нп-35В9ХЗСФ — до сих пор успешно применяют в промышленности. Первый опыт использования наплавки на трубопрокатном заводе им. Ленина в Днепрпетровске в начале 50-х годов прошлого столетия дал прекрасный результат — в несколько раз увеличилась износостойкость наплавленных прокатных валков. После этого электродуговую наплавку стальных прокатных валков стали успешно применять на всех металлургических заводах и комбинатах страны. Работы по наплавке прокатных валков легли в основу докторской диссертации Исидора Ильича, которую он защитил в 1959 г.

И. И. Фрумин возглавлял отдел физико-металлургических проблем наплавки ИЭС им. Е. О. Патона около 30 лет. За это время он с учениками и коллегами разработал многочисленные способы и технологические процессы наплавки, новые наплавочные материалы, которые нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Исидор Ильич никогда не ограничивался работой только в институте. Он постоянно выезжал в командировки, его хорошо знали на многих заводах и в институтах страны.

В 1968 г. за исследования, разработку и внедрение механизированной наплавки валков горячей прокатки он становится первым лауреатом премии им. Е. О. Патона. В 1978 г. И. И. Фрумину вместе с коллегами была присуждена Государственная премия за создание, организацию производства и внедрение новых материалов — порошковых проволок для сварки и наплавки. Трудовые достижения Исидора Ильича были также отмечены орденами и медалями.

И. И. Фрумин был автором более 150 научных работ и 60 изобретений. Его монография «Автоматическая электродуговая наплавка» является настольной книгой для многих поколений наплавщиков. Им была создана отечественная школа наплавщиков. Среди его учеников 8 докторов и более 20 кандидатов наук, которые успешно работают не только в Украине, но и во многих странах СНГ. Свободное владение несколькими языками позволили Исидору Ильичу в течение ряда лет успешно работать в Международном институте сварки и в координационном центре по сварке стран-членов СЭВ, он был членом редколлегии журнала «Автоматическая сварка» и членом специализированного совета ИЭС по присуждению ученых степеней. Под его руководством проводились ежегодные тематические семинары по теоретическим и технологическим вопросам наплавки. Заседания семинара проходили не только в Киеве в ИЭС им. Е. О. Патона, но и в столицах и промышленных центрах различных союзных республик: Алма-Ате, Тбилиси, Волгограде, Краматорске, Череповце, Мариуполе и других городах.

Исидор Ильич обладал острым умом, великолепной памятью и энциклопедическими знаниями в различных областях науки и техники, истории, культуры и искусства. Он был прекрасным рассказчиком и собеседником, очень доброжелательным и интеллигентным человеком, который щедро одаривал учеников своими оригинальными идеями, пользовался огромным авторитетом среди сварщиков всей страны.

И. И. Фрумин скоропостижно скончался 6 февраля 1984 г. в своем служебном кабинете в институте, где проработал почти 50 лет. Светлую память об Исидоре Ильиче Фрумине, замечательном ученом и педагоге, человеке большого личного обаяния и неиссякаемого оптимизма с благодарностью хранят его коллеги и ученики.

■ #285



Уважаемые читатели!

В апреле 2003 года исполнится 5 лет со дня нашей первой встречи.

Все эти годы мы старались делать «Сварщик» как можно лучше потому, что искренне верили — он Вам нужен. Сегодня мы обращаемся к Вам с просьбой и предложением вместе подумать над тем, как сделать журнал лучше. Пожалуйста, заполните Анкету и вышлите нам по адресу: 03150 Киев-150, а/я 52 или по факсу: (044) 227-6502. Если Вы предпочитаете общение по электронной почте, Анкета размещена также на нашем сайте: www.et.ua/welder/. Мы будем очень благодарны за Вашу помощь и заверяем, что ни одно Ваше замечание или пожелание не останется без внимания. Всех читателей, заполнивших анкеты, ожидает приятный сюрприз!

АНКЕТА—2003

1. Являетесь ли Вы подписчиком журнала «Сварщик»?

- Да Нет

2. Вы бы хотели, чтобы в журнале было больше информации:

- практической теоретической коммерческой рекламной
 другое _____

3. Оцените журнал по следующим показателям:

	1	2	3	4	5
полезность в производственной деятельности	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
внешний вид	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
периодичность	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
стоимость	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Укажите самый удобный для Вас способ подписки на «Сварщик»:

- через подписной пункт при почтовом отделении
 через альтернативное подписное агентство с последующей курьерской доставкой
 через редакцию с доставкой по почте

Информационный раздел

5. Оцените по пятибалльной шкале следующие показатели:

	1	2	3	4	5
актуальность статей	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
полнота и ясность изложения	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
тематическая широта охвата состояния сварочной отрасли	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
качество оформления и иллюстраций	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ваши пожелания _____

6. Ваше отношение к изданию тематических номеров

(25–30% объема журнала посвящается одной ключевой теме).

- положительно отрицательно

Предложите ключевую тему номера _____

7. Есть ли у Вас информационный материал (любая стадия готовности) для публикации в «Сварщике»?

- Да Нет

Что Вас сдерживает перед отправкой этих материалов в редакцию?

8. Отметьте, размещение какой информации в журнале было бы полезным для Вас:

- Новости отечественных предприятий
 Новости зарубежных компаний
 Новости рынка
 Основы промышленного маркетинга
 Основы трансфера технологий
 Интервью с топ-менеджерами ведущих отечественных и зарубежных компаний сварочного рынка
 «Сварщик» после работы (рассказы о талантливых сварщиках, об их увлечениях и творчестве и т. п.)

9. В какой еще информации Вы испытываете потребность для осуществления успешной производственной деятельности?

Готовы ли Вы оплачивать эту информацию?

- Да Нет, потому что _____

Мы всегда начинаем больше уважать людей после того, как попробуем сделать их работу.
Уильш Федер

Пока рядом нет почтового ящика, прекрасно помнишь, что нужно бросить письмо.
«Закон Хаудена»

ЧЕТЫРЕ ЗАКОНА ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ:

1. Информация, которая у вас есть, не та, которую вам хотелось бы получить.
2. Информация, которую вам хотелось бы получить, не та, которая вам на самом деле нужна.
3. Информация, которая вам на самом деле нужна, вам недоступна.
4. Информация, которая в принципе вам доступна, стоит больше, чем вы можете за нее заплатить.



Каждый хочет, чтобы его информировали честно, беспристрастно, правдиво — и в полном соответствии с его взглядами.

Гилберт Кит Честертон



Реклама — средство заставить людей нуждаться в том, о чем они раньше не слышали.
Марти Ларни

Сворачивать рекламу, чтобы сберечь деньги, — все равно что останавливать часы, чтобы сберечь время.

Вести бизнес без рекламы — все равно что подмигивать девушкам в полной темноте.
Стюарт Хендерсон Бритт

Единственная известная мне роскошь — это роскошь человеческого общения.
Антуан де Сент-Экзюпери

Чем лучше средства сообщения, тем дальше человек от человека.
Алю Курек

Нет профессий с большим будущим, но есть профессионалы с большим будущим.

Немедленно после того, как письмо запечатано, в голову приходят свежие мысли.
«Закон письма»



Эту информацию Вы бы предпочли получать:

- почтой по факсу электронной почтой

Периодичность ее обновления _____

Коммерческий раздел

10. Ваше отношение к рекламе в журнале «Сварщик»:

- положительное
 положительное, но _____
 отрицательное, потому что _____

Вы потребитель рекламы

11. Какая реклама для Вас полезнее:

- блочная
 «Торговый ряд»
 рекламные статьи

12. Реклама в «Сварщике» для Вас:

- источник коммерческой информации
 источник информации для мониторинга рынка и конкурентной среды
 источник информации о технических новинках

Вы рекламодатель

13. Какая реклама для Вас эффективнее:

- блочная
 «Торговый ряд»
 рекламные статьи

14. Размещая рекламу в «Сварщике», Вы ожидаете:

- повышения известности продукции, торговой марки
 увеличения сбыта
 расширения целевой аудитории для последующих прямых контактов

@ – раздел

15. Посещаете ли Вы сайты журнала «Сварщик»?

- Посещаю: www.et.ua/welder/ (украинский хостинг)
 www.welder.ru (российский хостинг)

Нет, потому что _____

16. По вашему мнению, сайт журнала:

- нужен для оперативного общения с редакцией
 нужен для поиска и запроса информации
 должен быть полным электронным аналогом твердой копии журнала, за доступ к которому Вы готовы платить

17. Сколько человек на Вашем предприятии читают «Сварщик» _____

18. Сколько человек работает на Вашем предприятии (приблизительно) _____

19. Вид деятельности вашего предприятия:

- производственное коммерческое другое

20. Ваши рекомендации редакции журнала «Сварщик»:

21. Ваш возраст:

- до 30 лет 31–40 лет 41 и старше

Подпись _____ Дата _____

Ф.И.О.: _____

Должность: _____

Название вашего предприятия: _____

Почтовый адрес: _____

Телефон: _____ Факс: _____ E-mail: _____