

Информационно-технический журнал Сварщик

Технологии
Производство
Сервис



№ 4 (26) 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»



Журнал издается при содействии
Проекта УНР/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

Художник

В. Ю. Демченко

Компьютерный набор

А. Е. Рублева

Верстка и компьютерная обработка

Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 62

Телефон

(044) 268-3523, 227-6502

Факс

(044) 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. Представленные 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 02.08.2002. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Бумага офсетная №1. Гарнитура HeliosCondLight. Усл. печ. л. 5,0.

Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 02/08 от 2 августа 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	
■ Диагностика и ресурс сварных соединений паропроводов ТЭС. Часть 2. Расчетная оценка ресурса сварных соединений. <i>Ф. А. Хромченко, В. А. Лаппа, Р. Н. Калугин</i>	8
■ Восстановительная термическая обработка труб главного паропровода на Черепетской ГРЭС. <i>Г. С. Зислин, Н. И. Каменская, В. Н. Шабаль, В. А. Емельянов, Ю. Т. Пирогов</i>	10
■ Кооперация ОАО «СимЗ» с зарубежным партнером — путь к производству современных инверторных источников. <i>В. И. Бондарчук</i>	13
■ Опыт создания и промышленной эксплуатации робототехнологических комплексов для дуговой сварки. <i>С. В. Дубовецкий, С. В. Можавев, А. Е. Фролов, Д. В. Плющ</i>	14
■ Технологические свойства омедненной сварочной проволоки. <i>Н. М. Воропай, М. В. Бринюк</i>	16
Наши консультации	37
Технологии и оборудование	
■ Современные модули информационной и технической поддержки при ремонтно-восстановительных работах на нефтегазопроводе. <i>Б. И. Паламарчук, А. В. Черкашин, А. Н. Манченко, Ю. Н. Погорецкий, М. Н. Коломеев, М. Н. Драгомирецкий</i>	38
■ Технологические приемы электронно-лучевой сварки. <i>А. А. Кайдалов</i>	42
■ Современные сварные конструкции из труб при строительстве Международного выставочного центра в Киеве. <i>В. А. Ковтуненко, А. Г. Синеок, А. М. Герасименко, А. А. Петрученко, М. Н. Пальчик, С. В. Радько, Е. П. Лукьяненко</i>	46
■ АРКСЭЛ — новый производитель сварочных материалов в Украине. <i>А. Н. Алимов</i>	48
■ Технология получения сжиженного газа МАФ для газопламенной обработки металлов. <i>Н. И. Зеленцова, И. Е. Филич</i>	50
■ О возможности применения газа МАФ для сварки газопроводов низкого давления. <i>Ю. В. Демченко, Н. И. Вороний, А. О. Петренко</i>	51
Конференции	
■ Научно-технический семинар «Повышение эксплуатационной надежности линейной части магистральных газопроводов газотранспортной системы Украины». <i>А. А. Кайдалов</i>	52
Юбилей	
■ К 60-летию В. А. Метлицкого	53
■ Юрию Владимировичу Демченко — 50	53
Из истории сварки	
■ Вологдин Виктор Петрович — первый сварщик-судостроитель. <i>А. Н. Корниенко</i>	54
Промышленная гигиена	
■ Минеральная вода «Сколівська» — главный элемент комплексной программы «Курорт на рабочем месте». <i>Л. М. Виняская</i>	55

2002

Сварщик

Інформаційно-технічний журнал

Технології
Виробництво
Сервіс



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

№ 4 (26) 2002

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 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»



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. Фартушник

Редакційна група:

Літературний редактор

Г. Л. Берзіна

Відповідальний секретар

Т. М. Мішина

Реклама

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

Художник

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

(044) 268-3523, 227-6502

Факс

(044) 227-6502

E-mail

welder@svitonline.com

URL

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

Представництво в Белорусі

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 послання на «Сварщик» обов'язкове. Підписано до друку 02.08.2002. Формат 60×84 1/8. Офсетний друк. Папір офсетний №1. Гарнітура HeliosCondLight. Ум. друк. арк. 5,0. Обл.-вид. арк. 5,2. Зам. № 02/08 від 2 серпня 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

Новини техніки та технології	3
Виробничий досвід	
■ Діагностика і ресурс зварних з'єднань паропроводів ТЕС. Частина 2. Розрахункова оцінка ресурсу зварних з'єднань. <i>Ф. А. Хромченко, В. А. Лаппа, Р. Н. Калугін</i>	8
■ Відновлююча термічна обробка труб головного паропроводу на Черепетській ДРЕС. <i>Г. С. Зіслін, Н. І. Каменська, В. Н. Шабаль, В. А. Ємельянов, Ю. Т. Пірогов</i>	10
■ Кооперація ВАТ «СІМЗ» із зарубіжним партнером — шлях до виробництва сучасних інверторних джерел. <i>В. І. Бондарчук</i>	13
■ Досвід створення та промислової експлуатації робототехнологічних комплексів для дугового зварювання. <i>С. В. Дубовецький, С. В. Можаяв, А. Є. Фролов, Д. В. Плющ</i>	14
■ Технологічні властивості обміненого зварювального дроту. <i>М. М. Воропай, М. В. Бринюк</i>	16
Наші консультації	37
Технології і обладнання	
■ Сучасні модулі інформаційної і технічної підтримки при ремонтно-відновлюючих роботах на нафтогазопроводі. <i>Б. І. Паламарчук, А. В. Черкашин, А. Н. Манченко, Ю. Н. Погорельський, В. М. Коломєєв, М. М. Дрогомирецький</i>	38
■ Технологічні прийоми електронно-променевого зварювання. <i>А. А. Кайдалов</i>	42
■ Сучасні зварні конструкції з труб при будівництві Міжнародного виставкового центру в Києві. <i>В. О. Ковтуненко, О. Г. Синьок, А. М. Герасименко, А. А. Петрученко, М. Н. Пальчик, С. В. Радько, Є. П. Лукьяненко</i>	46
■ АРКСЕЛ — новий виробник зварювальних матеріалів в Україні. <i>А. М. Алімов</i>	48
■ Технологія одержання зрідженого газу МАФ для газополуменевої обробки металів. <i>Н. І. Зеленцова, І. Є. Філіч</i>	50
■ Про можливість використання газу МАФ для зварювання газопроводів низького тиску. <i>Ю. В. Демченко, Н. І. Вороний, А. О. Петренко</i>	51
Конференції	
■ Науково-технічний семінар «Підвищення експлуатаційної надійності лінійної частини магістральних газопроводів газотранспортної системи України». <i>А. А. Кайдалов</i>	52
Ювілеї	
■ До 60-річчя В. О. Метлицького	53
■ Юрію Володимировичу Демченку — 50	53
З історії зварювання	
■ Володін Віктор Петрович — перший зварювальник-суднобудівник. <i>О. М. Корнієнко</i>	54
Промислова гігієна	
■ Мінеральна вода «Сколівська» — головний елемент комплексної програми «Курорт на робочому місці». <i>Л. М. Вінявська</i>	55

CONTENTS

News in Equipment and Technology	3
Industrial Experience	
■ Thermoelectric Power Station Steam Pipelines Welded Joints Diagnostics and Resource. Part 2. Calculating Evaluation of Welded Joints Resource. <i>F. Chromchenko, V. Lappa, R. Kalugin</i>	8
■ Restoring Treatment of Main Steam Line Pipes at the Cherepets Power Plant. <i>G. Zislin, N. Kamenskaya, V. Shabal, V. Emelianov, Yu. Pirogov</i>	10
■ «SIMZ Ltd.» Cooperation with Foreign Partner is a Way to Contemporary Inverter Power Sources Production. <i>V. Bondarchuk</i>	13
■ Arc Welding Robotic-Technology Complexes Creation and Commercial Operation Experience. <i>S. Dubovetsky, S. Mozhaev, A. Frolov, D. Plush</i>	14
■ Copper Coated Welding Wire Technology Properties. <i>N. Voropaj, M. Brinyuk</i>	16
Our Consultations	37
Technologies and Equipment	
■ Contemporary Information and Technology Support Modules for Repair-Renovation Works at Oil and Gas Pipeline. <i>B. Palamarchuk, A. Cherkashin, A. Manchenko, Yu. Pogoretsky, V. Kolomeev, M. Dragomiretsky</i>	38
■ Electron-Beam Welding Techniques. <i>A. Kaydalov</i>	42
■ Contemporary Pipe Welded Constructions at the Building of International Exhibition Center in Kyiv. <i>V. Kovtunencko, A. Sineok, A. Gerasimenko, A. Petruchenko, M. Palchik, S. Radko, E. Lukianenko</i>	46
■ ARCSEL — the New Manufacturer of Welding Materials in Ukraine. <i>A. Alimov</i>	48
■ Production Technology of MAF Liquefied Gas For Gas-Flame Metal Treatment. <i>I. Zelentsova, I. Filich</i>	50
■ Possibility of MAF Gas Application in Low Pressure Gas Pipelines Welding. <i>Yu. Demchenko, N. Voronyj, A. Petrenko</i>	51
Conferences	
■ Scientific-Technology Seminar «Ukraine Gas Transport System Header Pipelines Line Part Serviceability Increase». <i>A. Kaydalov</i>	52
Jubilees	
■ 60 th Anniversary of V. Metlitsky	53
■ 50 th Anniversary of Yu. Demchenko	53
From History of Welding	
■ Victor Vologdin: The First Welder-Shipbuilder. <i>A. Kornienko</i>	54
Industrial hygiene	
■ «Skolivska» Mineral Water as Main Element of «Resort at Working Place» Complex Program. <i>L. Viniavskaya</i>	55

НОВОСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Инверторные выпрямители «ФЕБ МАГМА-250» и «ФЕБ МАГМА-400»

На европейском рынке промышленного сварочного оборудования доля инверторных выпрямителей достигла 60%. Это обусловлено их высокими сварочно-технологическими свойствами, малыми габаритными размерами и массой.

НПП «ФЕБ» в 1992 г. изготовило первую партию инверторных выпрямителей марки «ФЕБ 160». На выставке «Сварка 2002» (С.-Петербург) предприятие продемонстрировало свои новые разработки инверторной техники.

Универсальные сварочные выпрямители «ФЕБ МАГМА-250» и «ФЕБ МАГМА-400» созданы на базе инверторного высокочастотного преобразователя на IGBT-транзисторах. Микропроцессорный блок управления выполняет самодиагностику выпрямителей, а также



обеспечивает оптимальный выбор параметров сварки, что повышает надежность и качество выполняемых работ.

Выпрямители предназначены для ручной дуговой сварки покрытыми электродами диаметром от 2,0 до 6,0 мм, аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, механизированной дуговой сварки сплошной проволокой в среде защитных газов.

■ #218

Научно-производственное предприятие «ФЕБ» (С.-Петербург)

Техническая характеристика:

«ФЕБ МАГМА-250» «ФЕБ МАГМА-400»

Напряжение питающей сети, В	1×220	380
Номинальный сварочный ток, А, при:		
ПВ=60%	250	400
ПВ=100%	200	315
Номинальная потребляемая мощность, кВт	10	15
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5–250	5–400
Напряжение холостого хода, В	65–70	65–70
Габаритные размеры, мм	280×300×380	280×360×530
Масса, кг	12	25

Портативный ультразвуковой твердомер

Предназначен для измерения твердости изделий из металлов и сплавов по



шкалам Роквелла, Бринеля, Виккерса и Шора.

Принцип действия твердомера основан на измерении частот свободных колебаний акустического резонатора с алмазной пирамидой Виккерса, находящегося под действием постоянного усилия.

Твердомеры МЕТ-У1 и МЕТ-У2 позволяют измерять по всем шкалам твердости с высокой точностью, обеспеченной государственным эталоном твердости, определять предел прочности R_m , а также обрабатывать результаты измерений и записывать их в архив. Возможно подключение твердомера МЕТ-У1 к ПК через интерфейс RS-232C. Твердомеры имеют дополнительные шкалы для измерения твердости цветных металлов, чугуна и т. п.

Портативные твердомеры могут быть использованы в производственных, эксплуатационных и лабораторных условиях в машиностроении, металлургии, энергетике, на транспорте, в других отраслях промышленности для измерения твердости сварных соединений.

Техническая характеристика:

	МЕТ-У1	МЕТ-У2
Диапазон	20–70 HRC ₃₀	20–70 HRC ₃₀
измерения	75–650 НВ,	150–450 НВ,
твердости	100–900 НВ,	400–875 НВ,
	23–102 HSD	23–102 HSD,
Погрешность при поверке	±2 HRC ₃₀	±3 HRC ₃₀
по эталонным	±12 НВ,	±16 НВ,
мерам твердости	±15 НВ,	±20 НВ,
	±3 HSD	±5 HSD
Шероховатость поверхности Ra, мкм	2,5	2,5
Усилие внедрения наконечника, Н	19,6	29,4
Напряжение питания, В:		
от аккумулятора	12	12
от сети	220	220
Габаритные размеры, мм:		
электронный блок	40×80×145	40×80×145
датчик	25×140	42×132
Масса, кг	0,5	0,85
Сертификат Госстандарта РФ	№ 7951	№ 8204
об утверждении типа	от 19.05.00	от 07.07.00

■ #219

Центр физико-механических измерений «МЕТ» (п/о Менделеево, Московская обл.)

Роботизированный комплекс для воздушно-плазменной резки

ВНИИАвтогенмаш разработал роботизированный комплекс (РТК) воздушно-плазменной резки низкоуглеродистой стали на базе электромеханического робота ПР 161/60 и установки АВПР-50 со специальным плазмотроном ПМР-100.

Совместно с АМО ЗИЛ разработана и внедрена технология воздушно-плазменной резки на базе РТК кузовных заготовок толщиной 1–15 мм и воздушной микроплазменной резки кабин, пола и других объемных деталей автомобилей из стали толщиной 0,5–5 мм. Скорость резки 2–7 м/мин, ширина реза 1–2 мм.

Техническая характеристика:

Робот ПР 161/60
 Число степени подвижности 6
 Вид привода Электрический
 двигатель постоянного тока
 с транзисторным управлением

Максимальная погрешность
 позиционирования, мм 0,25
 Зона обслуживания, м 2,5
 Грузоподъемность, кг 60
Установка АВПР-50

Напряжение питающей сети, В . . 3×380
 Напряжение холостого хода, В . . . 270
 Диапазон регулирования
 тока, А 40–85
 Максимальная потребляемая
 мощность, кВт 15
 Габаритные
 размеры, мм 700×620×760
 Масса, кг 220

Плазмотрон ПМР-100

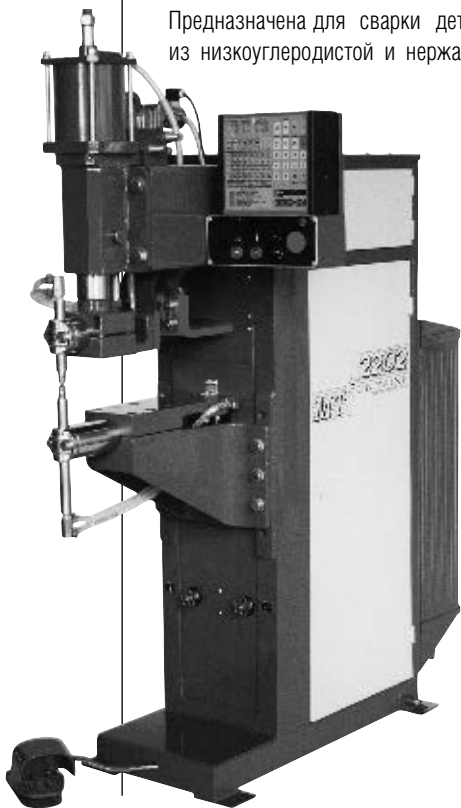
Максимальный ток, А 100
 Давление воздуха, МПа 0,15–0,6
 Расход воздуха, м³/ч 1,3–4,5
 Давление воды, МПа, не менее . . 0,15
 Расход воды при номинальном
 давлении, л/мин 1,8
 Масса, кг 0,12

■ #220

ФГУП «ВНИИАвтогенмаш»
 (Москва)

Машина для контактной точечной сварки МТ 2202-1

Предназначена для сварки деталей из низкоуглеродистой и нержавеющей



стей сталей, титановых сплавов, латуни, алюминиевых сплавов и крестообразных соединений стержней арматуры из стали классов В1, А1, А11, А111.

Машина снабжена системой управления сварочным процессом, построенной на программируемом контроллере и обеспечивающей автоматическую стабилизацию заданных параметров с индикацией фактических значений.

Техническая характеристика:

Номинальный длительный
 вторичный ток, кА 9
 Наибольший вторичный ток, кА . . . 22
 Диапазон усилия сжатия, даН . 70–800
 Номинальный вылет
 при сварке листов, мм 500
 Диапазон свариваемых толщин, мм:
 низкоуглеродистые стали От
 0,5+0,5 до 5,0+5,0
 нержавеющие стали От 0,5+0,5
 и титановые сплавы до 1,0+1,0
 алюминиевые сплавы От 0,5+0,5
 до 0,8+0,8

Габаритные
 размеры, мм 1230×470×1900
 Масса, кг 430

■ #221

Каховский завод
 электросварочного оборудования
 (Каховка)

Сварочный выпрямитель ВДМ-1601

Предназначен для автоматической и механизированной сварки под слоем флюса, ручной дуговой сварки, наплавки и резки покрытыми электродами на постоянном токе, воздушно-дуговой строжки и резки.

Выпрямитель является нерегулируемым источником питания и имеет жесткую вольт-амперную характеристику. Сварочный ток регулируют с помощью блока балластных реостатов ББР 1200 или РБ 302.

ВДМ-1601 состоит из мощного силового трансформатора и современного выпрямительного тиристорно-диодного модуля с улучшенной системой воздушного охлаждения.

ВДМ-1601 обеспечивает:

- удобное подключение сварочных постов при ручной дуговой сварке;
- возможность местного и дистанционного включения сварочного тока;
- высокую надежность и долговечность при эксплуатации.

Конструкция выпрямителя простая, в нем отсутствуют быстроизнашивающиеся электромагнитные контакторы.

Техническая характеристика:

Номинальный сварочный ток
 при ПВ=100%, А 1600
 Номинальное рабочее напряжение
 при номинальном сварочном токе,
 В, не более 72
 Напряжение холостого хода, В,
 не более 80
 Максимально допустимое
 количество постов, шт 10
 Номинальный ток
 одного поста, А 300
 Коэффициент одновременности
 работы 0,5
 Первичный ток, А, не более 230
 Потребляемая мощность, кВт·А . . . 150
 Коэффициент полезного
 действия, %, не менее 90
 Габаритные размеры, мм,
 не более 865×770×830
 Масса (без принадлежностей),
 кг, не более 550

■ #222

Экспериментальное производство
 Института импульсных процессов и
 технологий НАН Украины (Николаев)

Установки водородно-кислородной сварки

ОАО «Керченский металлургический комбинат» на базе приборостроительного производства с 1992 г. осуществляет выпуск газосварочных установок, в которых использован принцип получения водородно-кислородной газовой смеси электролитическим разложением дистиллированной воды. Было изготовлено и реализовано более 14 000 установок «Эффект 80» и «Триумф 300».

В настоящее время спроектирована, изготовлена и прошла квалификационные испытания в ГИЦ «Омега» (Севастополь) опытная партия газосварочных установок «Триумф» ЭВГ-600 по ТУУ 001 91493.001-99. Эта установка по показателям надежности и эффективности не имеет аналогов в Украине и России.

Установка предназначена для газовой сварки и пайки черных, цветных металлов и их сплавов, для газопламенной обработки (отжиг, закалка, огневая зачистка, нанесение стеклоэмалей и др.), сварки кварцевого стекла.

В комплект установки входят сварочная горелка ГС-2, комплект сопел, шланги с ниппелями длиной 6 м, щелочь NaOH для первичной заправки и запчастей.

Конструкция установки обеспечивает соблюдение всех требований безопасности эксплуатации согласно действующим

НТД, в т. ч. по защите газовой системы от воздействия обратных ударов пламени.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети, В. . . 1×220

Максимальная производительность

по газовой смеси, л/ч 550±50

Давление газовой смеси, кПа . . . От 0,98
до 49

Толщина свариваемой стали, мм:

лист До 3,0

пруток До 12,0

Время непрерывной работы

без дозаправки водой, ч,

при производительности:

550 л/ч 0,75

300 л/ч 3,0

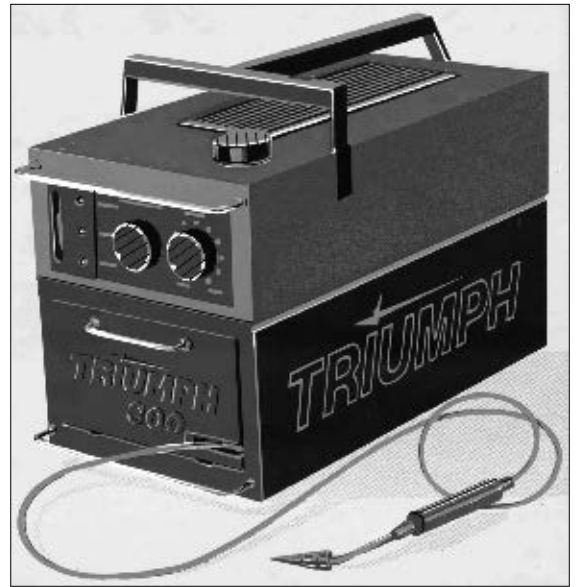
Габаритные размеры, мм . 560×302×495

Масса (без заправки), кг 50

Для первичного запуска установки необходимо изготовить и залить электролит в бак (4 л), залить воду в гидрозатвор (4 л) и бензин в барботер (0,4 л). При включении в сеть через 5–10 мин установка выходит на рабочий режим. По мере расходования дистиллированную воду и бензин доливают до уровня, указанного на индикаторе.

Температуру пламени регулируют путем обогащения смеси углеводородными соединениями.

Установки рекомендуются для сварки труб диаметром до 30 мм из конструкционных сталей, листового и сортового проката толщиной до 3 мм из низкоуглеродистой стали, меди, латуни,



алюминия и его сплавов. При водородно-кислородной сварке обеспечиваются равнопрочное сварное соединение и блестящая поверхность шва.

Эксплуатация установок при ремонте сложной бытовой техники, автомобилей и их агрегатов, изготовлении ювелирно-художественных изделий, зубных протезов, запайки ампул для медицинских препаратов подтвердила их надежность, простоту в обслуживании и быструю окупаемость.

■ #223

В. Г. Донюк, инж.,

ОАО «Керченский металлургический комбинат» (Керчь)

Полуавтомат ПАРС Н-321И с инверторным источником питания для механизированной сварки

Предназначен для механизированной сварки сплошной порошковой проволокой в среде защитных газов конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, алюминия и его сплавов. Источник питания можно использовать для ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

В состав установки входят инвертор Р-320И, переносной блок подачи проволоки, тележка для транспортировки. Блок подачи проволоки можно располагать на расстоянии до 15 м от инвертора, при этом сохраняются высокие сварочно-технологические характеристики.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей

сети, В 340–400

Потребляемая мощность, кВт. . . . 9,6

Точность стабилизации скорости

подачи проволоки, % (не хуже) . . . 1

Сила номинального сварочного тока, А:

при ПВ=60% 300

при ПВ=100% 220

Амплитуда импульса тока, А . . 40–320

Время токового

импульса/паузы, мс 0,5–25/1–50

Количество приводных роликов

подачи проволоки 4

Диаметр проволоки, мм:

сталь, нержавеющей сталь . 0,8–1,6

алюминиевые сплавы 1,0–2,4

Скорость подачи проволоки,

м/мин 1–15

Расстояние от источника питания

до блока подачи проволоки, м . . 3–15

Габаритные размеры блока подачи

проволоки, мм 280×305×545

Габаритные размеры источника

питания, мм 460×540×520

Масса подающего механизма

(без кассеты), кг 17

Масса источника питания, кг 31

Отличительной особенностью полуавтомата является применение цифрового устройства управления, что позволяет сохранять в электронной памяти 19 вариантов режимов сварки, программировать параметры импульсов сварочного тока, регулировать время продувки газом до и после сварки, плавно регулировать и стабилизировать ток и напряжение дуги, программировать процесс зажигания и гашение дуги, заварку кратера, быстро выбирать оптимальный режим сварки.

■ #224

С. Ф. Трух, ИЦ «РАДИС» (Москва)

Сварочный выпрямитель ВДУ-3020

На выставке «Сварка-2002» в С.-Петербурге ОАО «Завод Электрик» продемонстрировал новую разработку — выпрямитель ВДУ-3020, предназначенный для комплектации полуавтоматов и автоматов для механизированной сварки в защитных газах и под флюсом, а также ручной дуговой сварки и резки покрытыми электродами и воздушно-дуговой строжки угольными электродами. Подключение дополнительного модуля АДМ-251 позволяет выполнять аргоно-

дуговую сварку неплавящимся электродом на постоянном токе.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети, В	380
Номинальный сварочный ток, А:	
при ПН=60%	315
при ПН=100%	245
Диапазон регулирования сварочного тока, А	40-315
Напряжение холостого хода, В, не более	60
Габаритные размеры, мм	950×415×900
Масса, кг, не более	150

Выпрямитель имеет падающую внешнюю вольт-амперную характеристику

для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и две жесткие ВАХ для механизированной сварки в защитном газе. Отличительная особенность выпрямителя ВДУ-3020 — возможность регулирования тока короткого замыкания, что обеспечивает мелкокапельный или струйный перенос электродного металла.

Для ручной дуговой сварки выпрямитель оснащен блоками управления БУ-045, а для механизированной сварки — БУ-043 (в комплекте с ПДГ-3030).

■ #225

К. Э. Наберухин,
 ОАО «Завод Электрик»
 (С.-Петербург)

Передвижная установка «Струмиль» для термоабразивной обработки поверхностей и напыления антикоррозионных покрытий

Предназначена для термоабразивной обработки, основанной на воздействии сверхзвуковой высокотемпературной струи продуктов сгорания керосина (дизтоплива) в воздухе, несущей частицы абразива, на обрабатываемую поверхность, а также для высокоскоростного газопламенного напыления, в принципе которого лежит нагрев и разгон частиц напыляемого материала сверхзвуковым высокотемпературным потоком продуктов сгорания керосина в воздухе.

С помощью установки «Струмиль» осуществляют высококачественную зачистку поверхностей от всех видов загрязнений и наслоений, подготовку металлических поверхностей для нанесения антикоррозионных газотермических и других покрытий, а также нанесение антикоррозионных покрытий из легкоплавких металлов и сплавов способом высокоскоростного газопламенного напыления.

В состав установки входят ручная горелка воздушного охлаждения, стойка управления с размещенными в ней системами питания и регулирования расхода рабочих сред, пусковая стойка с размещенными в ней агрегатами запуска, комплект напорных рукавов.

Техническая характеристика:

Давление в камере сгорания, МПа	0,5-1,0
Скорость газовой фазы потока, м/с	До 1600
Температура газовой фазы потока, К	До 2100
Рабочее давление подачи воздуха, МПа	0,7-1,2
Максимальный расход компонентов топлива:	
керосина, кг/ч	13
воздуха, норм. м ³ /ч	360
Порошковый материал	Песок, корунд и т. п.
Напыляемый материал	Алюминий, цинк, их смеси и сплавы
Дисперсность абразивного материала, мм	До 2
Дисперсность напыляемого материала, мкм	20-100

Расход абразивного материала, кг/ч До 120
 Охлаждение горелки Воздушное
 Зажигание Электрическое
 Масса, кг:

горелки (без рукавов)	3,5
стойки управления (сухая)	80
пусковой стойки (сухая)	70

Производительность установки при очистке и подготовке поверхности под газотермические покрытия до 15 м²/ч, под лакокрасочные покрытия до 25 м²/ч, при нанесении покрытий до 15 м²/ч.

Области применения:

- **машиностроение и ремонт:** зачистка и подготовка поверхностей крупногабаритных металлоконструкций (мосты, трубопроводы, емкости, морские платформы, суда, промышленное оборудование и т. п.) и нанесение на них антикоррозионных покрытий при производстве, монтаже и ремонте;
- **металлургия:** зачистка поверхности металлопроката от окалины, разделка на лом самолетов и других конструкций из цветных металлов;
- **судоремонт:** очистка поверхностей судов от всех видов наслоений, нанесение антикоррозионных покрытий;
- **строительство и ремонт:** очистка строительных конструкций от всех видов загрязнений (в том числе биологических — плесень, грибок) при реконструкции, нанесение покрытий на металлоконструкции архитектурных форм.

■ #226

В. Х. Кадыров, к. т. н.,
 Институт проблем материаловедения НАН Украины (Киев)



Сварочный выпрямитель ВД-405

Предназначен для ручной дуговой сварки, наплавки и резки покрытыми электродами диаметром от 2,5 до 6 мм на постоянном и переменном токах конструкций из низкоуглеродистых и легированных сталей, чугуна.

Регулирование сварочного тока осуществляют за счет перемещения катушек при вращении рукоятки ходового винта. Для расширения пределов регулирования предусмотрен переключатель, позволяющий выбрать один из двух диапазонов.

Выпрямитель имеет крутопадающую внешнюю характеристику, а также возможность изменения угла наклона и формы внешней характеристики.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети, В. 3×380

Номинальный сварочный ток, А, при ПВ=100% 400

Номинальная потребляемая мощность, кВт. 23

Диапазон регулирования сварочного тока, А:

I ступень 70–190

II ступень 180–410

Напряжение холостого хода, В, не более:

I ступень 100

II ступень 70

Габаритные размеры, мм. 810×640×745

Масса, кг. 150

Выпрямитель оснащен системами автоматической защиты от нарушения вентиляции и перегрузок. Климатическое исполнение выпрямителя — «У», категория размещения — 3 (неотапливаемые помещения) для работы при температуре воздуха от минус 40 до плюс 60°C и относительной влажности воздуха до 80% (при 15 °C). ■ #227

Завод сварочного оборудования «Уралтермосвар» (Екатеринбург)



Сварочные аппараты DC CAU

Аппараты DC CAU разработаны НПП «ТехноТрон» (Чебоксары) совместно с НИКИМТ (Москва) и предназначены для управления и питания установок автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом поворотных и неповоротных стыков трубопроводов.

Аппараты DC CAU изготавливают в двух модификациях. DC CAU2 оснащены двумя приводами: вращения и подачи присадочной проволоки; DC CAU4 — четырьмя приводами: вращения, подачи присадочной проволоки, поперечных колебаний горелки и автоматической регулировки длины дуги.

Источник питания до 200 А позволяет выполнять сварку в непрерывном, импульсном и шагоимпульсном режимах. Непрерывный режим предполагает выполнение сварки с неизменным во времени уровнем сварочного тока. Такой режим рекомендуют применять для сварки в горизонтальном положении. Для импульсного режима характерно чередование импульсов сварочного тока разной величины.

Регулируемыми параметрами являются сила тока в импульсе, в паузе, время импульса и время паузы тока. Время и силу тока импульса устанавливают на уровне, достаточном для формирования сварочной ванны, но не допускающем

прожога сварного соединения.

Время и силу тока паузы выбирают из условия поддержания горения дуги и формирования сварочного шва.

Таким образом, создаются условия для регулирования тепловложения в свариваемое изделие и контроля процесса образования шва.

Наиболее высокое качество сварного соединения достигается при сварке с использованием шагоимпульсного режима работы аппаратов. Особенность данного режима заключается в том, что сварку осуществляют при неподвижной горелке, а перемещение горелки происходит во время паузы тока без подачи электродной проволоки. В остальном шагоимпульсный режим сварки не отличается от импульсного.

Сварочные аппараты DC CAU комплектуют головками типа ОКА или ОСА. Сварочные головки ОКА предназначены для аргодуговой сварки без подачи электродной проволоки неповоротных стыков труб диаметром от 18 до 220 мм (в зависимости от модификации головки), сварочные головки ОСА — для аргодуговой сварки с подачей электродной проволоки диаметром 0,8–1,0 мм труб к трубной доске теплообменников. Наружный диаметр свариваемых труб от 20 до 76 мм. ■ #228

НПП «ТехноТрон» (Чебоксары)



Комплекс сварочного оборудования для сборки велосипедов

Предназначен для автоматизации процесса сварки при изготовлении рам велосипедов различных модификаций.

Комплекс включает:

- установку для сварки подседельной трубы с верхней и нижней трубами велосипеда; задней вилки; головной трубы;
- стэнд сборки-сварки рамы велосипеда, предназначенный для сборки рамы, фиксирования в собранном состоянии и последующего крепления в шести точках.

Комплекс обеспечивает высокое качество и надежность конструкции, экономия цветного металла, энергоресурсов, повышение производительности труда, а также

технический дизайн на уровне мировых стандартов за счет исключения операции пайки при изготовлении велосипедных рам.

В предлагаемой установке использован тот же принцип сварки круговым замкнутым швом, что и в аналогичном оборудовании фирм «Produzione Macchine Speciali» и «Maurizio Perdin» (Италия), но в этих установках изделие закрепляют и вращают, а здесь сварочная горелка движется вокруг изделия, чем достигается компактность оборудования, экономия рабочих площадей, уменьшение стоимости установки, а также повышается качество сварного шва.

Комплекс оборудования для сварки велосипедных рам плавящимся электродом в среде углекислого газа внедрен на АО «Велозавод» (Н. Новгород, Россия). ■ #229

Украинский НИИ технологии машиностроения (Днепропетровск)

Диагностика и ресурс сварных соединений паропроводов ТЭС

Часть 2. Расчетная оценка ресурса сварных соединений

Ф. А. Хромченко, д-р техн. наук, В. А. Лаппа, Р. Н. Калугин, АООТ «ВТИ» (Москва)

Методологический подход к расчетной оценке паркового, индивидуального и остаточного ресурсов, используемый в АООТ «ВТИ», основан на современных нормах расчета на прочность трубопроводов энергетических установок для условий ползучести с дополнениями, внесенными лабораторией сварки АООТ «ВТИ», учитывающими конструкционные и технологические особенности сварных соединений. Парковый ресурс может в 1,5–2 раза превышать проектные сроки службы сварных соединений, а индивидуальный ресурс, как правило, является более продолжительным по сравнению со сроками паркового ресурса.

Парковый ресурс $\tau_{пк,р}$ определяют из результатов сопоставления расчетных эквивалентных напряжений, оцениваемых как приведенные напряжения от внутреннего давления $\sigma_{экр} = \sigma_p$ для проектных параметров пара или средних параметров пара на период наработки и номинальных размеров (наружного диаметра и толщины стенки) элементов труб, с допускаемыми номинальными напряжениями σ для стали при обязательном выполнении условия $\sigma_{экр} = \sigma_p \leq \sigma = \sigma_{дл}/n$, где $\sigma_{дл}$ — номинальная длительная прочность стали; $n=1,5$ — запас прочности.

При расчете эквивалентных напряжений учитывают разнотолщинность состыкованных элементов, сочетание разнородных сталей (например, 12Х1МФ в сочетании с 15Х1М1Ф; 15Х1М1Ф в сочетании с 15Х1М1ФЛ) с отличающимися жаропрочными свойствами и, при необходимости, коэффициент прочности сварного соединения с ослабленной конструкционной прочностью. Правомочность та-

кого методического подхода подтверждается накопленным опытом диагностирования длительно эксплуатируемых сварных соединений с учетом установленных закономерностей изменения структуры и свойств во времени по результатам многолетних комплексных исследований.

Следует отметить, что расчетный метод при данном подходе дает ориентировочный результат, поскольку для номинальных допускаемых напряжений в стали регламентированный допуск отклонений значений составляет $\pm 20\%$, что при оценке ресурса неизбежно приводит к более значительной погрешности — вплоть до $\pm(80...100)\%$.

Индивидуальный ресурс $\tau_{и,р}$ определяют из результатов сопоставления эквивалентных напряжений $\sigma_{экр}$ с номинальной длительной прочностью $\sigma_{дл}$ стали при соблюдении условия $\sigma_{экр} \leq \sigma_{дл}$ и оценки запаса прочности $n = \sigma_{дл}/\sigma_{экр}$ на срок установленного индивидуального ресурса $n_{и,р}$. Расчетные

Рис. 1. Взаимосвязь коэффициента запаса прочности n с категорией опасности сварных соединений для расчетных методов

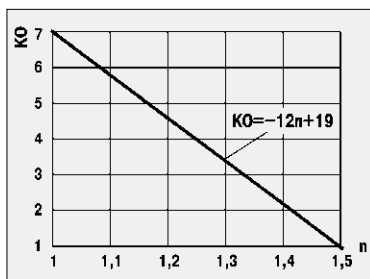


Таблица. Расчетные данные по сварным соединениям паропровода острого пара блока Костромской ГРЭС

Тип сварного соединения	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	Марка стали	Прочность, МПа	Парковый ресурс $\tau_{пк,р}$, тыс. ч	Прочность $\sigma_{экр}$, МПа	Индивидуальный ресурс $\tau_{и,р}$, тыс. ч	Остаточный ресурс $\tau_{о,р}$, тыс. ч	Запас прочности $n_{и,р}$ для индивидуального ресурса	КО для индивидуального ресурса
ССС	426×90	15Х1М1Ф	47,9	400	56,61	400	214	1,5	1
	133×36	15Х1М1Ф	35,0	400	46,59	400	214	1,5	1
	325×60	15Х1М1Ф	56,9	400*	63,98	400*	215	1,33	3,04
ССС _{ртз}	426×90 325×60	15Х1М1Ф	57,1	320	63,42	320	134	1,42	2
	245×45+Ду125	15Х1М1Ф 15Х1М1ФЛ	49,3	190	46,51	235	50	1,5	1
	325×60+Ду200	15Х1М1Ф 15Х1М1ФЛ	50,5	170	48,62	235	50	1,47	1,37
ТСС	325×60	15Х1М1Ф	74,9	90	71,46	235	50	1,33	3
	133×36	12Х1МФ							
	325×60	15Х1М1Ф	71,7	120	99,84	178	0	1	7
	245×45	15Х1М1Ф							

Примечания. 1. Параметры: $t_{ср} = 546,64$ °С, $P_{ср} = 22,512$ МПа, $\tau_H = 185\,071$ ч.
 2. СССР — стыковое сварное соединение паропроводных труб; СССР_{ртз} — стыковое сварное соединение разнотолщинных трубных элементов; ТСС — тройниковое сварное соединение.
 3. * Расчетный парковый ресурс СССР 400 тыс. ч сокращен до 320 тыс. ч для соответствия $\tau_{пк,р}$ прямых труб диаметром 325×60 мм.

эквивалентные напряжения $\sigma_{эвк}$ определяют с учетом всех видов нагрузок, включая приведенные напряжения от внутреннего давления δ_p (вектор которых направлен нормально к сварному шву), изгибные напряжения от весовых нагрузок σ_v и компенсационные напряжения от тепловых расширений σ_k . Расчет проводят по номинальным (или фактическим) размерам элементов труб — наружному диаметру и толщине стенки — для средних параметров пара на период наработки с учетом коэффициентов прочности сварных соединений, зависящих от их конструктивно-технологического оформления. За допустимые принимают напряжения, установленные при расчете паркового ресурса.

Достоверность оценки сроков индивидуального ресурса при таком подходе повышается при переходе на расчет по фактическим нагрузкам и фактической остаточной долговечности сварных соединений, что требует обследования трассы паропровода и состояния опорно-подвесной системы, а также проведения испытаний на длительную прочность образцов одного или нескольких сварных соединений, вырезанных для этой цели из паропровода.

По установленному в расчетах запасу прочности, исходя из полученной лабораторией сварки АООТ «ВТИ» линейной зависимости, определяют категорию опасности (КО) сварных соединений (рис. 1) с граничными условиями в диапазоне $КО = 1 \dots 7$. При этом значению $КО = 1$ соответствуют сварные соединения высокой надежности, а значению $КО = 7$ — соединения низкой надежности (на стадии исчерпания предельного состояния металла — появления макротрещин). В зависимости от полученных значений КО назначают меры по эксплуатационному контролю, ремонту или замене сварных соединений.

Остаточный ресурс $\tau_{о,р} = \tau_{и,р} - \tau_n$, где τ_n — длительность наработки. Значения n и КО устанавливают для индивидуального ресурса сварного соединения.

Проведенные лабораторией сварки АООТ «ВТИ» на отдельных отечественных ТЭС (в том числе на Костромской ГРЭС, Тверской ТЭЦ-3, Новогорьковской ТЭЦ, Новочеркасской ГРЭС) расчетные исследования позволили установить ресурс сварных соединений коллекторов котлов и паропроводов и выявить наиболее

Рис. 2. График определения ресурса стыковых сварных соединений паропровода диаметром 325×60 мм из стали 15Х1М1Ф:

$\tau_{пк,р}$ — для $\sigma_{пк,р} = 56,9$ МПа;
 $\tau_{и,р}$ — для $\sigma_{эвк} = 63,98$ МПа;
 $\tau_{о,р}$ — остаточный ресурс, равный $\tau_{и,р} - \tau_n$; 1 и 2 — номинальная длительная прочность и допускаемые напряжения для стали 15Х1М1Ф; n — коэффициент запаса прочности, равный 1,33 для $\tau_{и,р} = 400$ тыс. ч

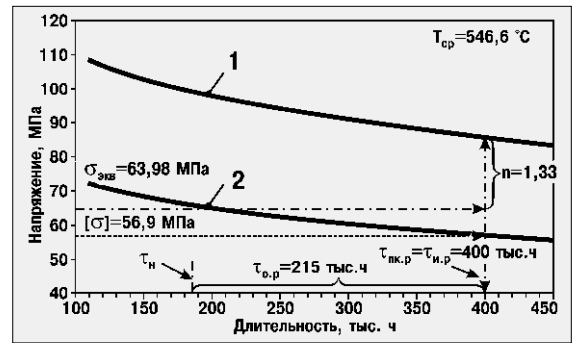


Рис. 3. График определения ресурса стыковых сварных соединений паропроводных труб диаметром 325×60 мм из стали 15Х1М1Ф с литыми патрубками диаметром 345×70 мм из стали 15Х1М1ФЛ паровой арматуры Ду 200 мм (на примере сварного стыка ССС_{ртз}):

$\tau_{пк,р}$ — для $\sigma_{пк,р} = 50,5$ МПа;
 $\tau_{и,р}$ — для $\sigma_{эвк} = 48,62$ МПа; 1 и 2 — номинальная длительная прочность и допускаемые напряжения для стали 15Х1М1ФЛ; n — коэффициент запаса прочности ССС_{ртз}, равный 1,47 для $\tau_{и,р} = 235$ тыс. ч

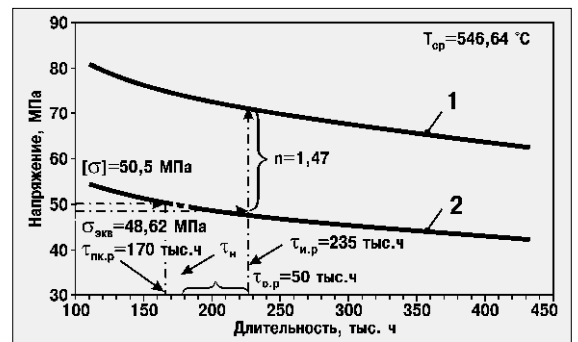
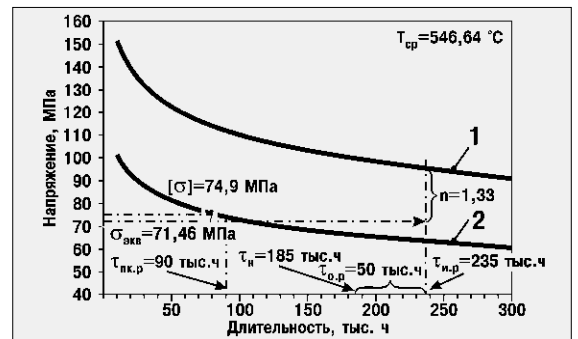


Рис. 4. График определения ресурса тройниковых сварных соединений диаметром 325×60/133×36 мм из стали 15Х1М1Ф/12Х1М1Ф (на примере ТСС):

$\tau_{пк,р}$ — для $\sigma_{пк,р} = 74,9$ МПа;
 $\tau_{и,р}$ — для $\sigma_{эвк} = 71,46$ МПа; 1 и 2 — номинальная длительная прочность и допускаемые напряжения для стали 15Х1М1Ф; n — коэффициент запаса прочности ТСС, равный 1,33 для $\tau_{и,р} = 235$ тыс. ч



слабые сварные детали. Примером могут служить результаты расчетных исследований сварных соединений паропровода острого пара на энергоблоке мощностью 300 МВт ст. №5 Костромской ГРЭС для средних параметров пара (546,6 °C и 22,5 МПа) и номинальных размеров (наружного диаметра и толщины стенки) элементов труб с длительностью наработки $\tau_n = 185$ тыс. ч. Установлено следующее (рис. 2–4, таблица):

- сроки паркового ресурса в зависимости от типоразмера сварных соединений составляют 90–400 тыс. ч;
- сроки индивидуального ресурса соответственно типоразмеру сварных соединений — 178–400 тыс. ч;
- сроки остаточного ресурса ограничиваются 0–215 тыс. ч;
- запас прочности сварных соединений для индивидуального ресурса находится в диапазоне 1–1,5;

■ категория опасности сварных соединений для индивидуального ресурса варьируется в диапазоне 1–7.

Из полученных результатов следует, что к категории высокой опасности относятся тройниковые сварные соединения диаметром 325×60/245×45 мм из стали 15Х1М1Ф, исчерпавшие свой индивидуальный ресурс; к категории повышенной опасности (КО=3) — тройниковые соединения диаметром 325×60/133×36 мм из стали 15Х1М1Ф/12Х1М1Ф и другие с установленным остаточным ресурсом $\tau_{о,р} = 50$ тыс. ч. Для таких сварных соединений разработаны меры по проведению 100%-го контроля с помощью магнитопорошковой дефектоскопии, ультразвукового контроля и металлографического анализа с реплик, а также меры по дополнительной оценке ресурса сварных соединений по фактическим нагрузкам и фактической долговечности. ■ #230

Восстановительная термическая обработка труб главного паропровода на Черепетской ГРЭС

Г. С. Зислин, Н. И. Каменская, кандидаты техн. наук, В. Н. Шабаль, В. А. Емельянов, Ю. Т. Пирогов, инженеры, ГИ «Оргэнергострой», АО «Черепетская ГРЭС» (Москва)

Эксплуатируемое в настоящее время на тепловых электростанциях энергетическое оборудование рассчитано на определенный ресурс эксплуатации. Расчетный срок службы обуславливается в основном процессом ползучести металла и опасностью разрушения его в результате истощения длительной прочности в элементах, работающих при высоких температурах и напряжении.

Наименее надежными элементами являются гибы и сварные соединения паропроводов. Разрушение гибов происходит обычно вследствие образования трещин вдоль наиболее растянутого при гибке волокна, что вызывает необходимость их замены.

По результатам измерений остаточной деформации, проводимых в процессе эксплуатации, заменяют также отдельные трубы с остаточной деформацией более 0,5% после 50 тыс. ч или более 1% после 100 тыс. ч эксплуатации.

Полная замена паропровода новым затруднена по многим причинам, основной из которых является крайне высокая стоимость новых труб, а также трудовых затрат на демонтаж старого и монтаж нового паропровода.

Трудоемкой операции замены паропровода можно избежать, если своевременно провести восстановительную термическую обработку (ВТО) металла труб, отработавших свой ресурс. Такая обработка позволяет регенерировать микроструктуру и свойства долго работавшего металла (теплоустойчивых перлитных сталей) в результате полной фазовой перекристаллизации и залечивания повреждений.

Нагрев при ВТО можно осуществлять двумя способами — печным или индукционным. Сам по себе способ нагрева не влияет на микроструктуру и свойства. Решающее значение имеют термический цикл ВТО и технологические возможности оборудования, позволяющие реализовать заданный термический цикл.

Накопленные научные результаты и практический опыт осуществления ВТО

паропроводов из стали 12Х1МФ, исчерпавших ресурс надежной эксплуатации, позволили институтам «Оргэнергострой», ВНИИАМ и ВТИ выступить с предложением провести ВТО четырех ниток главного паропровода котла №1 Черепетской ГРЭС с использованием передвижных индукторов, питающихся от источников мощностью 100 Вт и током частотой 2400 Гц.

Паропровод блока №1 ЧРЭС был смонтирован в 1962 г. (бесшовные трубы из стали 12Х1МФ диаметром 219×29 мм) и к моменту проведения ВТО имел наработку по котлам №1 и 2 соответственно 225 и 220 тыс. ч при температуре острого пара 540 °С и давлении 16,0 МПа.

Максимальная остаточная деформация гибов, измеренная по бобышкам, составляла 0,63%. Микроструктура металла труб соответствовала браковочным показателям — от 7-го до 9-го баллов шкалы микроструктур по ТУ 14-3-460-75. Полная замена данного паропровода была затруднена еще и тем, что трубы такого типоразмера в настоящее время не изготавливают.

В предыдущих опытно-промышленных работах по ВТО паропроводов из стали 12Х1МФ применяли индукционный нагрев труб со снятой постоянной изоляцией и установкой временной тепловой изоляции из тонких асбестовых листов или базальтовой ткани. При этом достигалось формирование микроструктуры 4-5-го баллов по ТУ 14-3-460-75 вследствие недостаточно быстрого охлаждения.

Использование впервые подвижных индукционных нагревателей, имеющих экран, защищающий индуктор от излучения со стороны трубы без тепловой изоляции, позволило ускорить охлаждение трубы и сформировать микроструктуру, соответствующую 3-4-му баллам по шкале ТУ 14-3-460-75, что обеспечивает более высокую жаропрочность металла.

С помощью разработанного оборудования и принятой технологии осуществили сквозную ВТО четырех ниток главного паропровода острого пара, включая гибы,

прямые участки и сварные соединения труб общей протяженностью 236 пог. м.

Способ сквозной ВТО представляется наиболее надежным и экономически целесообразным; он позволяет дать «вторую жизнь» всему паропроводу — удвоить его ресурс.

В процессе отработки режима ВТО, особенно подбора скорости охлаждения при нормализации, использовали термомикнетические диаграммы превращения аустенита для стали 12Х1МФ.

Восстановительную термическую обработку проводили по двум вариантам в зависимости от степени микроповреждения металла: однократная нормализация с последующим отпуском; двойная нормализация с последующим отпуском. На ленты КСП-9 постоянно записывали кривые нагрева и охлаждения на каждом этапе ВТО.

Скорость охлаждения после нормализации составляла 6-9 °С/мин. Наложение типичной кривой охлаждения на термомикнетическую диаграмму стали 12Х1МФ показало, что при указанной скорости охлаждения распад аустенита происходит в области ферритных, перлитных и бейнитных превращений. Такая микроструктура обеспечивает высокую жаропрочность, высокую длительную пластичность и стабильную ударную вязкость при комнатной температуре.

При проведении ВТО в период остывания блока осуществляли контрольно-диагностические операции — контроль металла паропровода до ВТО и после ВТО по всем показателям и всеми методами, предусмотренными «Временной инструкцией по восстановительной термической обработке паропроводных труб».

До начала ВТО на основании фактических данных геометрических параметров гибов проводили расчет гибов на прочность с учетом среднестатистических свойств жаропрочности.

Расчеты показали, что на момент контроля гибы соответствовали условиям прочности по ОСТ 108.031.09-85, но

Таблица. Механические свойства и твердость металла прямого и растянутого участков макетного гиба при комнатной и рабочей температурах до и после ВТО

Состояние металла		Температура испытаний, °С	Временное сопротивление σ_B , МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ , %	Поперечное сужение ψ , %	Ударная вязкость КСУ, Дж/см ²	Твердость НВ
До ВТО	Прямой участок гиба	20	450–480	250–260	26–37	75–78	78–83	140–245
		545	195–205	150–170	30–38	78–80	88–93	144
	Растянутая часть гиба	20	470–490	320–340	25–30	64–70	69–86	141–146
		545	235–255	200–220	26–28	65–70	69–73	155
После ВТО	Прямой участок гиба	20	530–540	330–350	26–27	63–66	108–118	146–158
		545	320–370	220–240	20–21	75–77	118–127	155
	Растянутая часть гиба	20	520–550	340–410	20–25	63–67	108–127	145–155
		545	310–320	230–250	19–20	74–85	127–137	154
Требования ТУ 14–3–460–75		20, 545	Не менее 450	Не менее 280	Не менее 19,0	Не менее 50,0	Не менее 49	

находились уже в критическом состоянии, практически израсходовав свой ресурс, а некоторые даже превысили расчетную допускаемую длительность эксплуатации. Поэтому проведение ВТО такого паропровода было вполне обоснованным и необходимым.

В соответствии с «Временной инструкцией...» предварительно была проведена пробная ВТО макетного гиба, вырезанного из главного паропровода той же стали 12Х1МФ диаметром 219×29 мм.

Остаточная деформация гиба за 225 тыс. ч эксплуатации при температуре 540 °С, давлении 16 МПа на прямом участке составляла 0,48%. Пробную ВТО макетного гиба осуществляли на одной половине, вторая являлась контрольной для определения состояния металла до проведения ВТО. Передвижной индуктор перемещали по макетному гibu шагом с тем, чтобы каждый участок гиба прошел полный цикл нагрева, выдержки и охлаждения по заданному режиму.

Исследования металла макетного гиба до и после ВТО включали металлографический анализ прямых участков, растянутой и нейтральной зон гиба, определение механических свойств при комнатной и рабочей температурах, а также испытания на длительную прочность металла макетного гиба после ВТО.

Микроструктура металла до ВТО была характерна для долго работавшего металла: произошел распад перлитной составляющей, коагуляция карбидов. Структура состояла из зерен феррита и карбидов, расположенных в основном в виде цепочек по границам зерен. Она соответствовала 7-му баллу по шкале браковочных микроструктур ТУ 14–3–460–75. Количество участков сорбита отпуска и перлита составляло от 0 до 5%.

После проведения ВТО микроструктура восстановлена до 3–4-го баллов. Она представляет собой феррито-перлитно-бейнитную структуру. Количество участков перлитной и бейнитной составляющих 25–30%. Размер зерна соответствует 5–6-му баллам по ГОСТ 5639–82.

Перлит плотный, в процессе ВТО произошло растворение карбидов, на границах зерен карбиды практически отсутствуют. Такая микроструктура сохраняется по всей толщине стенки трубы.

В *таблице* приведены механические свойства и твердость металла прямого и растянутого участков макетного гиба при комнатной и рабочей температурах до и после ВТО.

Механические свойства металла макетного гиба после ВТО также восстановлены до требований ТУ 14–3–460–75.

Измерения твердости по толщине стенки трубы макетного гиба показали, что ВТО, проведенная по принятой технологии, гарантирует равномерное распределение твердости по всей толщине стенки трубы. Положительные результаты испытаний металла макетного гиба после ВТО позволили перейти к проведению ВТО на главном паропроводе блока №1.

Контрольно-диагностические операции паропровода после ВТО дали удовлетворительные результаты по всем показателям.

Анализ микроструктуры каждого трубного элемента показал, что в результате ВТО стабильно образуется феррито-перлитно-бейнитная микроструктура, соответствующая 3–4-му баллам по шкале ТУ 14–3–460–75 как при ВТО по режиму однократной нормализации с отпуском, так и по режиму двойной нормализации с отпуском.

Размер зерна колеблется от 5-го до 6-го балла по ГОСТ 5639–82. Исследо-

вание микроповрежденности в растянутой зоне гибов после ВТО свидетельствует об отсутствии микропор в металле.

Результаты, полученные после проведения ВТО на макетном гibe и на штатном паропроводе, позволили оценить дополнительный ресурс паропровода, прошедшего ВТО, по результатам испытаний на длительную прочность металла макетного гиба, так как исходные характеристики гиба, в том числе продолжительность эксплуатации и рабочие параметры одинаковы со штатным паропроводом.

Для получения опережающих результатов испытания проводили при температурах 560 и 585 °С. Для последующих пересчетов результатов на рабочую температуру 540 °С использовали параметрическую зависимость Ларсона–Миллера.

Зависимость между напряжением и временем до разрушения образцов в логарифмических координатах показана на *рисунке*. На графике нанесены номинальные допускаемые напряжения при температуре 540 °С для стали 12Х1МФ при расчетных ресурсах 10⁴, 10⁵, 2·10⁵ и 3·10⁵ ч согласно ОСТ 108.031.08–85.

При испытаниях получили $\sigma_{д,п}^{10^4} = 148$ МПа на базе 10 тыс. ч эксплуатации и $\sigma_{д,п}^{10^5} = 118$ МПа на базе 100 тыс. ч. Так как средние нормативные значения для тех же ресурсов составляют 132 и 109,5 МПа, можно сделать вывод, что жаропрочность металла после ВТО выше средней для стали 12Х1МФ.

На этом основании, делая допущение в сторону завышения надежности, сочли возможным использовать для определения допускаемого срока службы зависимость 1g σ –1g t из нормативного метода с коэффициентом запаса 1,5.

Был проведен расчет самого худшего гиба паропровода с минимальной тол-

Восстановительная термическая обработка труб главного паропровода на Черепетской ГРЭС

щиной стенки, измеренной после проведения ВТО по штатному режиму. Расчет был выполнен для внешней стороныгиба по фактической толщине стенки, равной 27,7 мм по ОСТ 108.031.09–85.

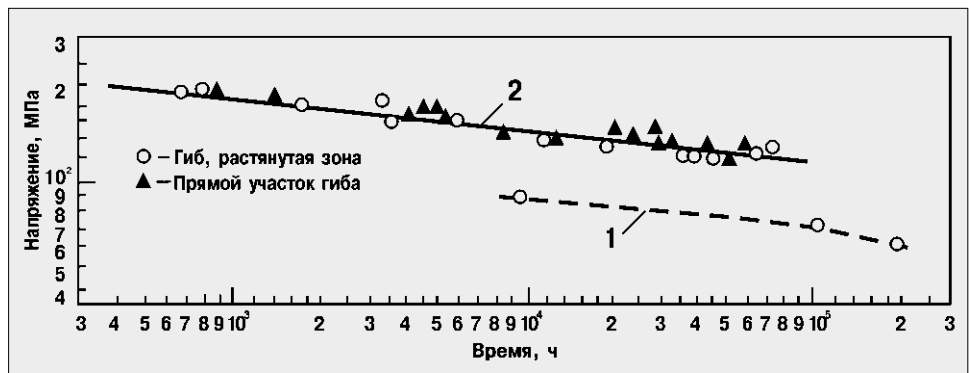
Исходные данные для расчета: $\sigma = 163$ МПа; $T = 540$ °С; $D = 219$ мм; $R = 850$ мм; $S_{\text{факт}} = 27,7$ мм; $a = 5,1\%$; $c = 1,5$ мм; $[\sigma]_{2 \cdot 10^5}^{540 \text{ °С}} = 62$ МПа.

Полученное приведенное расчетное напряжение от действия внутреннего давления при перечисленных выше параметрах трубопровода составило 55,9 МПа.

В ОСТ 108.031.09–85 номинальные допускаемые напряжения взяты как средние для стали 12Х1МФ по результатам массовых испытаний на длительную прочность с коэффициентом запаса прочности по напряжению, равным 1,5. В нашем случае коэффициент запаса прочности для самого худшегогиба при эксплуатации в течение 200 тыс. ч при температуре 540 °С составляет

$$n = [\sigma]_{2 \cdot 10^5}^{540 \text{ °С}} \cdot 1,5 / \sigma_{\text{пр}} = 62 \cdot 1,5 / 55,9 = 1,66.$$

Это позволяет сказать, что дополнительный ресурс надежной эксплуатации главного паропровода ЧГРЭС, прошедшего ВТО, составит не менее 200 000 ч



Кооперация ОАО «СимЗ» с зарубежным партнером — путь к производству современных инверторных источников

В. И. Бондарчук, ОАО «Симферопольский моторный завод»

На выставке «Сварка-Украина 2002» (Киев, 23–27 апреля 2002 г.) ряд отечественных и большинство зарубежных фирм-производителей сварочного оборудования демонстрировали сварочную инверторную технику, которая непрерывно вытесняет традиционные сварочные источники питания при сварке металлоконструкций ответственно-го назначения.

Печатается на правах рекламы.

Контактные телефоны:
0652 48 6123,
0652 48 6121.
E-mail:
simz@crimea.com

В чем же преимущество инвертора по сравнению с традиционными сварочными трансформаторами и выпрямителями?

- Стабильное качество сварного шва. И это качество достигается даже сварщиком с невысокой квалификацией.
- Снижение энергозатрат (по расчетам зарубежных специалистов, до 50%).
- Небольшая масса и габаритные размеры (в 5–8 раз легче традиционных источников питания).
- Мобильность, возможность выполнения сварочных работ в труднодоступных местах, современный дизайн.
- Инверторные аппараты окупаются менее чем за год.

Приятно отметить, что разработки отечественного инверторного оборудования появились одновременно с зарубежными. По ряду технических параметров отечественные инверторы не уступают западным аналогам. Вместе с тем, инверторные преобразователи требуют очень высокого качества электронных комплектующих. Сегодня ряд зарубежных компаний специализируется в разработке и изготовлении электронных комплектующих, что обеспечивает стабильные эксплуатационные характеристики инверторов. К сожалению, отечест-

венная электронная промышленность не может предложить комплектующие такого же качества, поэтому не все разработки украинских ученых полностью реализуются.

Где же выход из этой ситуации?

Один из путей решения проблемы для отечественного производителя заключается в кооперации с западными фирмами. В мире интенсивно развивается международная кооперация. Пример выгодного и перспективного сотрудничества с зарубежным партнером продемонстрировало ОАО «Симферопольский моторный завод», которое приступило к производству сварочной инверторной техники, работая в кооперации с фирмой TEC.LA.SRL. (Италия).

Ряд предприятий Польши, Венгрии, Чехии тесно сотрудничают с ведущими фирмами мира (ESAB, Lincoln Electric и др.) и предлагают новый класс сварочной техники не только на своем рынке, но и в странах СНГ, однако по очень высоким ценам, которые не всегда приемлемы для нашего потребителя. Дизайн и надежность отечественного оборудования для ручной и механизированной дуговой, а также аргонодуговой сварки и плазменной резки не уступают зарубежным, но цена значительно ниже.

Во время выставки состоялся научно-практический семинар, посвященный развитию инверторной техники, в котором приняли участие специалисты Института электросварки им. Е. О. Патона, представители зарубежных компаний и отечественных заводов. По оценке веду-

щих специалистов, развитие современной сварочной техники связано с внедрением инверторов, что подтверждает рост объема производства и реализации инверторного оборудования на европейском и мировом рынках.

Коллеги из TEC.LA.SRL. г. Мартин Шерер и Карло Курлетто поделились опытом продвижения новой техники на рынках мира, а также перспективами сотрудничества с украинскими партнерами, подчеркнув значимость совместной работы с ОАО «Симферопольский моторный завод» и первые успехи в создании совместного продукта. В первом полугодии 2002 года на завод было поставлено 50 электронных блоков из Италии, на базе которых выпущены первые изделия, находящиеся сейчас в эксплуатации и получившие положительные отзывы. Электронное инверторное оборудование, выпускаемое ОАО «СимЗ» сертифицировано в УкрСЕПРО. Это единственный инвертор, который имеет блочную конструкцию, поэтому его ремонт производится в течение суток (замена платы).

В процессе изучения возможного расширения области применения инверторных источников на украинском и зарубежном рынках специалисты ИЭС им. Е. О. Патона предложили очень перспективное направление совместного использования инверторов и механизмов импульсной подачи электродной проволоки. Итальянские партнеры поддержали развитие сотрудничества в разработке и производстве новой техники не только для украинского, но и европейского рынков. Планируется изготовить первый образец такой техники и провести всесторонние испытания на ОАО «Симферопольский моторный завод».

Нет сомнений, что наступит время, и отечественный потребитель во всех отраслях, где используют сварку, по достоинству оценит преимущества новой инверторной техники, а это значит, что изготовитель уже сегодня должен быть готов предложить рынку новое сварочное оборудование. ■ #232

Сварочное оборудование, изготавливаемое ОАО «СимЗ»

Модель	Номинальный сварочный ток, А	Номинальная потребляемая мощность, кВт	Назначение
ВДЧ-161	160, при ПН=35%	6,3	Для ручной дуговой сварки
ВДЧ-301	315, при ПН=35%	12,6	
ПДЧ-161	160, при ПН=60%	6,3	Для полуавтоматической сварки
ПДЧ-301	315, при ПН=60%	12,6	
УДЧ-161	160, при ПН=60%	6,0	Для аргонодуговой сварки
УДЧУ-161	160, при ПН=60%	6,3	
УПРЧ-35	32, при ПН=60%	5,3	Для воздушно-плазменной резки

Опыт создания и промышленной эксплуатации робототехнологических комплексов для дуговой сварки

С. В. Дубовецкий, канд. техн. наук;
С. В. Можаев, А. Е. Фролов, Д. В. Плющ, инженеры, ООО «НАВКО-ТЕХ» (Киев)

Наметившееся в последнее время оживление в отечественной промышленности, затрагивающее и производство сварных конструкций, повышает актуальность применения промышленных роботов для сварки как наиболее универсального и эффективного средства автоматизации сварочных процессов. На смену «поголовной» роботизации 80-х годов, имевшей место в республиках бывшего СССР (зачастую с отрицательным результатом), приходит рациональный и экономически оправданный подход к применению роботов.

В промышленно развитых странах серьезными стимулами роста инвестиций в производство и применение промышленных роботов являются:

- непрерывное снижение стоимости промышленных роботов на фоне роста стоимости рабочей силы; так, с 1990 по 1999 гг. средняя цена промышленных роботов на рынке США снизилась на 40%, в то время как стоимость рабочей силы повысилась на 38–39%;
- недостаток квалифицированной рабочей силы;
- освобождение работающих на производстве от тяжелого, интенсивного и монотонного труда;

■ возможность улучшения экологической обстановки на производстве.

По мнению авторов данной статьи, применение роботов для автоматизации процессов дуговой сварки целесообразно при одновременном выполнении следующих условий.

1. Изделие выпускают мелкими и средними партиями, а его конструкция по мере выпуска претерпевает некоторые изменения.

2. Швы сварных соединений конструкции — сложной формы либо короткие и различным образом ориентированы в пространстве.

3. К швам сварных соединений предъявляют повышенные требования стабильности качества (от изделия к изделию), с минимальным влиянием на последнее «человеческого фактора».

4. Разработка, изготовление и обслуживание специального сварочного автомата дороже применения серийно выпускаемого промышленного робота.

5. Предельные отклонения размеров свариваемых деталей конструкции не превышают допустимых (в случае применения роботов, функционирующих по жесткой программе).

6. Высокая культура заготовительного и сварочного производства, наличие на предприятии соответствующих технических служб по наладке и ремонту робототехнологических комплексов (РТК).

7. Создание на предприятии благоприятных (как в моральном, так и в материальном отношении) условий для обслуживающего робот персонала, стимулирующих бесперебойность работы РТК.

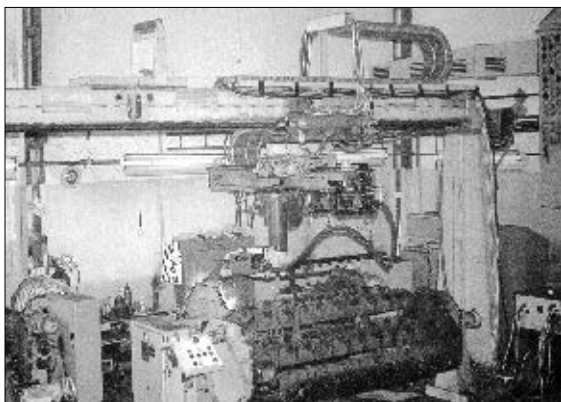
Сказанное можно проиллюстрировать четырьмя примерами РТК фирмы «НАВКО-ТЕХ».

На ПО «Точмаш» (Владимир) с 1997 г. эксплуатируется комплекс для дуговой сварки в углекислом газе крупногабаритных рамных конструкций (рис. 1). При создании данного РТК преследовали цель не столько повысить производительность труда, сколько обеспечить высокое качество сварных швов и воспроизводимость показателей качества ответственной сварной конструкции. Что касается последней, то она «идеально подходит» под сварку роботом. Большое количество коротких швов (30–80 мм) с катетом 3–6 мм, которые различным образом ориентированы в пространстве, делают невозможной автоматизацию процесса их сварки традиционными средствами — с помощью станков и установок. Сварку выполняют на четырех рабочих местах, где поочередно свариваются четыре подузла рамы, окончательная сварка осуществляется на отдельном рабочем месте. Общее время сварки роботом четырех подузлов рамы составляет около 40 мин.

В состав РТК входят промышленный робот РМ-01 с устройством управления «Сфера-56», комплект сварочного оборудования, двухкоординатный расширитель зоны обслуживания робота, четыре однокоординатных четырехпозиционных вращателя изделий и сборочно-сварочные приспособления с пневмоприводом.

Комплект сварочного оборудования РТК содержит источник питания PS-5000, механизм подачи проволоки FU-20, устройство замкнутого жидкостного охлаждения горелки WU-10 производства фирмы KEMPPИ (Финляндия), сварочную водоохлаждаемую горелку ROBO-455, устройство автоматической очистки сопла горелки, смазки его противогригной жидкостью и удаления

Рис. 1. РТК дуговой сварки крупногабаритных рамных конструкций



оплавленного участка проволоки производства фирмы «ABICOR BINZEL» (Германия), блок начальной (установочной) адаптации и газоаппаратуру.

Программное обеспечение устройства управления «Сфера-56» доработано с учетом специфики дуговой сварки и предусматривает управление шестью координатами робота и двумя координатами расширителя его зоны обслуживания; свободное программирование режимов сварки; автоматическую коррекцию линии соединения по базовым точкам изделия; коррекцию режимов сварки; задание режимов сварки, зажигания дуги и заварки кратера в виде унифицированных операторов с возможностью программирования параметров в удобной для сварщика размерности; формирование библиотеки режимов сварки.

Технические характеристики РТК соответствуют в целом общепринятым нормам для такого типа оборудования, а затраты на его создание оказались существенно ниже за счет максимального использования серийных высоконадежных основных элементов РТК (робот, сварочное оборудование, вращатели изделий), с одной стороны, и кооперированного изготовления (совместно с заказчиком) периферийных элементов комплекса (технологической оснастки, сборочно-сварочных приспособлений, металлоконструкций), с другой. Комплекс обеспечивает требуемую программу выпуска изделий только при условии ритмичности поставки свариваемых деталей.

В реальных условиях производства, когда нередки авральные ситуации, требуется за короткое время сварить значительно большее, чем планировалось, однотипных деталей, оказалась целесообразной установка отдельных, более простых РТК. Один из них — для сварки изделий типа «корпус охладителя» (рис. 2), другой — для сварки изделий типа «лодочка» (рис. 3). Первое изделие — это цилиндрическая корпусная конструкция (длина в зависимости от варианта исполнения 600–700 мм, диаметр 250 мм), к наружной поверхности которой приварено много мелких деталей; второе — упорный кронштейн (250×40×30 мм). В обоих комплексах применен тот же робот типа РМ-01, но с устройством управления «Сфера-36». Роботы установлены в потолочном положении. Для повышения производитель-

ности работы комплексов за счет совмещения по времени операций загрузки-выгрузки изделий с их сваркой роботом в каждом комплексе имеются по два однотипных вращателя со сборочно-сварочными приспособлениями. Смена позиций в первом комплексе осуществляется с помощью двухпозиционного поворотного стола, а во втором — за счет поочередного обслуживания роботом двух стационарно установленных вращателей. Производительность первого комплекса составляет до 120 изделий в смену, второго — до 700.

Следует отметить, что одной из главных причин, побудивших производителей к применению этих трех РТК, явились высокие требования к качеству сварных конструкций. До применения роботов имели место разрушения конструкций в процессе их эксплуатации, приводившие к значительным материальным потерям. Предполагалось даже, что причина разрушений — низкое качество сварочных материалов. Были проведены сравнительные испытания конструкций, сваренных как по штатной технологии (полуавтоматом в среде CO₂), так и роботом в среде CO₂ и в аргонодержающей смеси газов сплошной проволокой, а также порошковой проволокой в среде CO₂. Хорошие результаты показали образцы, сваренные в смеси газов на основе аргона. Однако главный вывод, сделанный по результатам испытаний, — применение робота позволяет исключить брак и достичь высокой стабильности и повторяемости эксплуатационных показателей конструкции даже при использовании недорогих сварочных материалов.

Еще один пример ответственной сварной конструкции — контрольный узел железнодорожного стрелочного перевода, представляющий собой сварное соединение плоской подкладки с литой стойкой. Линия соединения этих деталей — сложная ломаная кривая. Суммарная длина шва около 1 м, катет шва 8 мм. По заказу Днепропетровского стрелочного завода для сварки такой конструкции был поставлен РТК, компоновка которого подобна предназначенному для сварки изделия «лодочка» (рис. 4). Робот поочередно обслуживает два однокоординатных четырехпозиционных вращателя, на которые устанавливаются по три изделия, собранные на при-

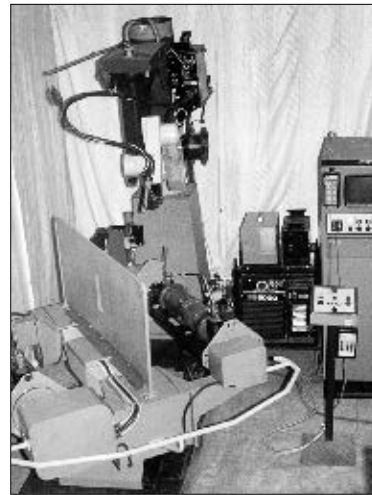


Рис. 2. РТК дуговой сварки изделия «корпус охладителя»

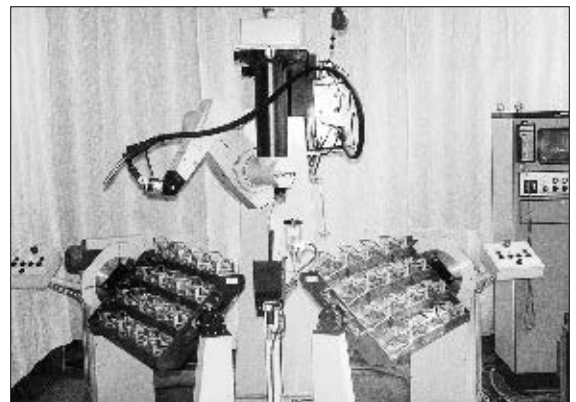


Рис. 3. РТК дуговой сварки изделия «лодочка»

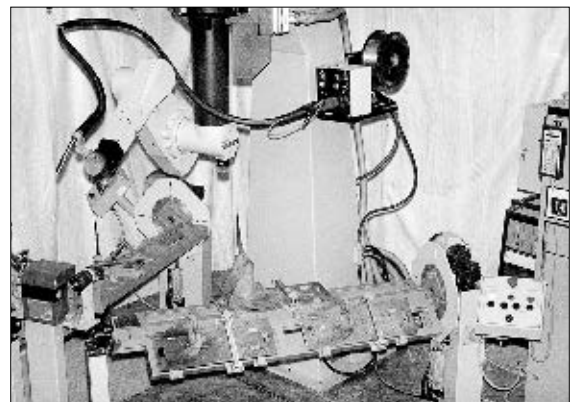


Рис. 4. РТК дуговой сварки контрольного узла стрелочного перевода

хватках. Сварку выполняют в среде углекислого газа проволокой диаметром 1,6 мм.

Производительность комплекса составляет до 100 изделий в смену. В комплексе предусмотрена возможность быстрой переналадки на выпуск шести типов контрольных узлов.

В описанном оборудовании многие элементы унифицированы, что позволяет проектировать на их основе РТК под другие задачи дуговой сварки сложных и ответственных конструкций. ■ #233

Технологические свойства омедненной сварочной проволоки

Н. М. Воропай, д-р техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины (Киев), М. В. Бринюк, инж., ООО «Кродекс» (Киев)

Состояние поверхности электродной проволоки для механизированной дуговой сварки в защитных газах оказывает существенное влияние на устойчивость горения дуги, уровень разбрызгивания, качество швов и надежность эксплуатации сварочных полуавтоматов и автоматов. На поверхности сварочной проволоки могут находиться разнообразные металлические и неметаллические покрытия, технологическая смазка и подсмазочные вещества, используемые при ее волочении, оксиды и продукты химического травления, образующиеся при промежуточных операциях термической и химической обработки, ржавчина, которая может образоваться при длительном хранении или в негерметичной упаковке.

Многолетний опыт применения стальной сварочной проволоки с омедненной поверхностью свидетельствует о ее несомненных преимуществах перед проволокой с другими видами покрытий. Между тем систематизированные данные о роли медного покрытия при сварке до настоящего времени отсутствуют, а существующие мнения специалистов зачастую противоречивы.

На основании исследований, выполненных в ИЭС им. Е. О. Патона, рассмотрено влияние состояния поверхности электродной проволоки на комплекс ее сварочно-технологических свойств и приведены технологические рекомендации по улучшению качества омедненной сварочной проволоки.

Особенности меднения проволоки. Для нанесения медного покрытия

на поверхность стальной сварочной проволоки в промышленных условиях обычно используют достаточно экономичную технологию контактного меднения, основанную на различии электродных потенциалов железа (-0,44 В) и меди (+0,34 В). При погружении железа в раствор медного купороса (CuSO_4) под действием разности электрохимических потенциалов железо переходит в раствор, а медь, выделяясь из раствора, осаждается на поверхности стальной проволоки. Для уплотнения медного покрытия проволоку подвергают дополнительной деформации в волоке с применением жидкой смазки. После этого поверхность проволоки приобретает блестящий вид с розовым цветом, характерным для полированной меди. Толщина медного покрытия должна быть такой, чтобы масса меди, находящейся в покрытии, составляла не более 0,10–0,15% массы проволоки. Согласно немецкому стандарту DIN 8559 суммарное содержание меди в самой проволоке и в покрытии не должно превышать 0,30% от общей массы проволоки, а ГОСТ 2246 ограничивает эту величину до 0,25% от общей массы проволоки. В противном случае количество меди в швах превысит допустимое, что может привести к снижению ударной вязкости металла шва и его стойкости против образования кристаллизационных трещин. Нижний предел толщины медного слоя выбирают из условия получения сплошного покрытия. Для проволоки диаметром 1,2 и 2,0 мм оптимальная толщина медного покрытия равна соответственно 0,15–0,20 и 0,4–0,6 мкм. Сплошность и прочность сцепления медного покрытия в большой степени зависит от качества предварительной очистки проволоки и содержания различных примесей в электролите. Наличие последних приводит к макро- и микропористости медного слоя, его отслаиванию от стальной основы в подающих роликах и направляющих каналах сварочных полуавтоматов.

Наиболее простым и надежным способом испытания прочности сцепления медного покрытия со стальной основой является плотная навивка проволоки на kern диаметром, равным диаметру проволоки (рис. 1). Толщину медного покрытия определяют весовым способом, основанным на удалении меди химическим или электрохимическим путем.

После волочения неомедненная проволока Св-08Г2С имеет неравномерную поверхность со следами пластической деформации вдоль оси (рис. 2, а). На такой проволоке наблюдаются закаты, расслоения и четко выраженные участки с неметаллическими включениями. Длительная выдержка в атмосферных условиях приводит к коррозионному поражению верхних слоев проволоки (рис. 2, г). Поверхность омедненной проволоки равномернее и чище (рис. 2, б), хотя на ней видна сетка пор и трещин. При хранении неупакованной омедненной проволоки в результате электрохимической коррозии происходит увеличение размеров пор и трещин, частичное отделение некоторых участков медного покрытия и глубокая коррозия проволоки (рис. 2, д). В таких условиях омедненная проволока теряет свой обычный цвет и блеск. Проволока Св-08Г2С с электрохимической очищенной поверхностью (рис. 2, в, е) менее подвержена коррозии, что объясняется наличием на ее поверхности тонкого пассивирующего слоя.

Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о том, что технологическая смазка и медное покрытие не защищают стальную сварочную проволоку от коррозии (табл. 1). Предположения, что в процессе финишной деформации в волоке поры и трещины в медном покрытии закрываются и исключается коррозия проволоки, в проведенных опытах не подтвердились. Для антикоррозионной защиты стальной сварочной проволоки необходимо применять ингибированную бумагу или полиэтиленовую пленку.

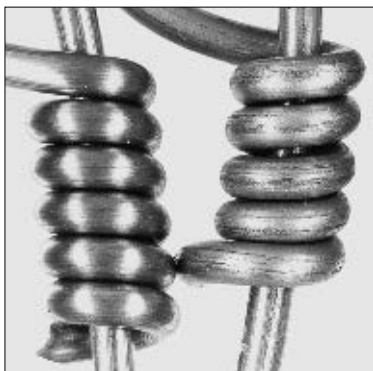
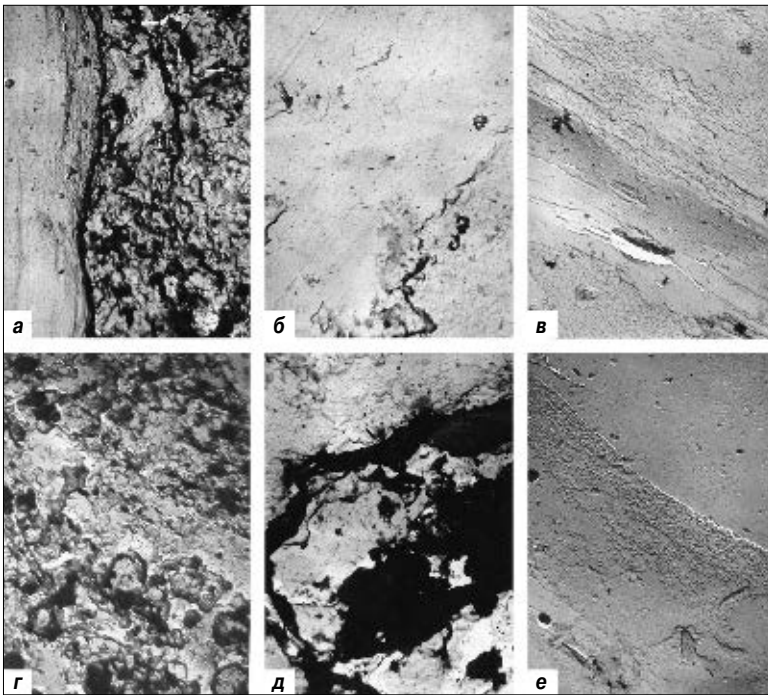


Рис. 1. Проволока с омедненной поверхностью, навитая на kern

Таблица 1. Коррозионная стойкость проволоки Св-08Г2С при хранении ее в различных условиях

Состояние поверхности проволоки	Скорость коррозии, г/м ² /год, при хранении			
	в лаборатории при 20 °С	на открытом воздухе	над 3%-м водным раствором NaCl при 20 °С	над 3%-м водным раствором NaCl при 50 °С
С технологической смазкой	32	305	120	11950
Омедненная	28	350	70	9150
Электрохимически очищенная	2,5	270	25	7250

Рис. 2. Морфология поверхности проволоки Св-08Г2С (Х1200): а, г — после волочения на мыльной смазке; б, д — после омеднения; в, е — после электрохимической очистки



Токоподвод и подача проволоки. Качественным показателем надежности токоподвода в паре «электродная проволока–токоподводящий наконечник» служит контактное сопротивление, измеренное по схеме двойного моста на образцах проволок, зажатых между плоскими торцами медных стержней. Установлено, что контактное сопротивление омедненной сварочной проволоки в 50–100 раз меньше этого показателя для проволоки, покрытой технологической смазкой (табл. 2). Длительная выдержка проволоки в атмосферных условиях приводит к росту контактного сопротивления. Наличие следов ржавчины на поверхности проволоки еще в большей степени увеличивает контактное сопротивление, что способствует интенсивному разбрызгиванию электродного металла при сварке.

Влияние состояния поверхности сварочной проволоки на усилие и равномерность ее подачи через гибкие направляющие каналы шланговых держателей полуавтоматов толкающего и тянущего типов исследовали с помощью тензодатчика, установленного на упругом элементе, который соединял направляющий канал с подающим механизмом сварочного полуавтомата. При всех углах изгиба шлангов усилие проталкивания омедненной проволоки меньше, чем усилие при проталкивании проволоки с технологической смазкой (рис. 3). Однако оно несколько больше в сравнении с проволокой, подвергнутой электрохимическому полированию. Усилие протягивания на полуавтоматах тянущей системы для омедненной проволоки и проволоки, покрытой технологической

Таблица 2. Контактное сопротивление, Ом·10⁻³, проволоки Св-08Г2С с различным состоянием поверхности

Состояние поверхности проволоки	Выдержка, сут.	
	не более 1	60
С технологической смазкой	55–100	90–235
	85	120
Омедненная	1,0–1,5	3–10
	1,3	7
Электрохимически очищенная	2,5–5,2	5,5–13,0
	4,3	9,0
Ржавая	—	95–750
	—	320

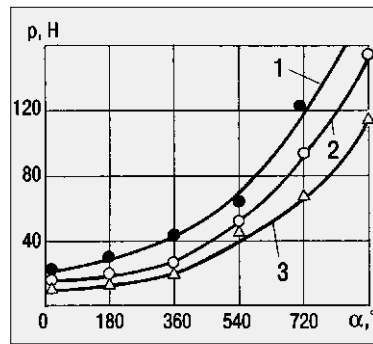


Рис. 3. Зависимость усилия проталкивания проволоки Р от состояния поверхности при различных углах изгиба шланга α: 1 — проволока с технологической смазкой; 2 — омедненная; 3 — электрохимически полированная (диаметр 2 мм)

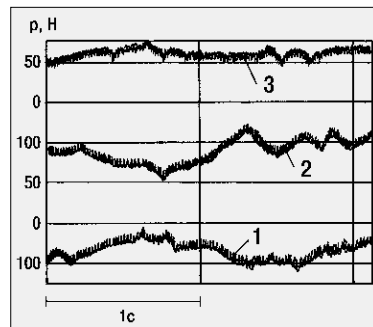


Рис. 4. Влияние состояния поверхности сварочной проволоки на усилие проталкивания через шланг: 1, 2, 3 — аналогично рис. 3

смазкой, составляет 70 и 120 Н. При этом амплитуда колебания усилия проталкивания омедненной проволоки практически одинакова (рис. 4).

Основной причиной нарушения стабильности подачи неомедненной проволоки и ее электрического контакта с токоподводящим наконечником является абразивное и электроэрозионное изнашивание наконечника, а также прихватывание проволоки к внутренней поверхности его рабочего канала. Способами кино- и фотосъемки, синхронизированной с осциллографированием тока и напряжения в контактной паре «проволока–токоподводящий наконечник», зафиксированы периодические электрические разряды, возникающие в зазоре между проволокой и поверхностью рабочего канала медного наконечника.

Технологические свойства омедненной сварочной проволоки

Технологическая смазка, являясь диэлектриком, способствует повышению интенсивности электрических разрядов, а также вызывает значительное электроэрозионное изнашивание канала наконечника. Так, увеличение площади поперечного сечения отверстия канала наконечника через один час сварки такой проволокой составляет 80–100%.

При использовании омедненной проволоки изнашивание канала наконечника менее заметно. Это обусловлено хорошими токоподводящими свойствами медного покрытия, снижающего интенсивность электроэрозионных процессов. Механическое изнашивание также невелико, поскольку относительно пластичное медное покрытие не оказывает абразивного воздействия на канал наконечника.

Совершенно другие результаты получены при испытаниях сварочной проволоки с механически очищенной поверхностью. Начальное усилие ее подачи почти в 1,5 раза выше, чем усилие подачи омедненной проволоки. В процессе сварки усилие подачи проволоки увеличивается, происходят периодические взрывы, сопровождающиеся выбросом мелких и крупных брызг. В процессе сварки проволокой с омедненной поверхностью уровень потерь металла на разбрызгивание снижается на 20–40% в широком диапазоне сварочных токов (рис. 7). При этом заметно улучшается качество формирования шва.

Газы и вредные примеси в проволоке и швах. Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о зависимости содержания газов и вредных примесей в швах от состояния поверхности сварочной проволоки. При сварке в углекислом газе проволока с неочищенной поверхностью обеспечивает наибольшее количество водорода, азота, серы и фосфора в металле шва. Источником водорода в данном случае является технологическая смазка, толщина которой 5–10 мкм. Как известно, в качестве технологической смазки при волочении сварочной проволоки используют обычно техническое мыло, содержащее жирные кислоты (40–50%), щелочи (3–4%), влагу (до 1%) и другие органические вещества. В результате взаимодействия с окружающей средой технологическая смазка интенсивно адсорбирует влагу, способствуя этим ускоренной коррозии проволоки.

графитовых и металлокерамических токоподводящих наконечников.

Плавнение и перенос электродного металла. Проведенные исследования показали, что омедненная проволока улучшает условия первоначального возбуждения дуги при сварке с короткими замыканиями дугового промежутка и без них. В сравнении с неомедненной проволокой время от момента первого касания омедненной проволоки до установления стабильного процесса сварки сокращается в 2–3 раза, а количество «ложных» касаний проволоки поверхности основного металла уменьшается с 3–4 до 1–2 (рис. 6). На установившемся режиме сварки в углекислом газе частота коротких замыканий увеличивается с 10–20 до 25–50 с⁻¹. При скоростной кинематике процесса плавления и переноса электродного металла обнаружено, что для сварки проволокой, покрытой технологической смазкой и, особенно, ржавчиной, характерны неспокойное асимметричное поведение капель на торце электрода, частые случайные изменения их размеров и конфигурации, периодические взрывы, сопровождающиеся выбросом мелких и крупных брызг. В процессе сварки проволокой с омедненной поверхностью уровень потерь металла на разбрызгивание снижается на 20–40% в широком диапазоне сварочных токов (рис. 7). При этом заметно улучшается качество формирования шва.

Газы и вредные примеси в проволоке и швах. Данные, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о зависимости содержания газов и вредных примесей в швах от состояния поверхности сварочной проволоки. При сварке в углекислом газе проволока с неочищенной поверхностью обеспечивает наибольшее количество водорода, азота, серы и фосфора в металле шва. Источником водорода в данном случае является технологическая смазка, толщина которой 5–10 мкм. Как известно, в качестве технологической смазки при волочении сварочной проволоки используют обычно техническое мыло, содержащее жирные кислоты (40–50%), щелочи (3–4%), влагу (до 1%) и другие органические вещества. В результате взаимодействия с окружающей средой технологическая смазка интенсивно адсорбирует влагу, способствуя этим ускоренной коррозии проволоки.

Рис. 5. Зоны контакта проволоки с токоподводящим наконечником: 1 — зона малой плотности тока; 2 — зона большой плотности тока; 3 — участок приварившегося металла

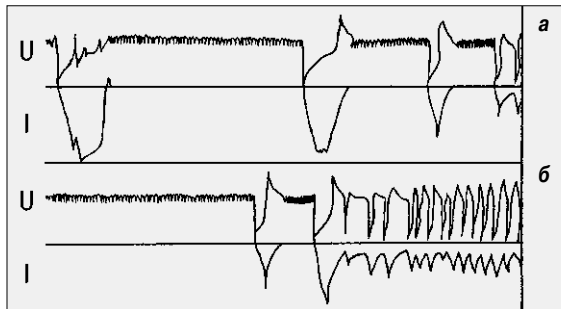
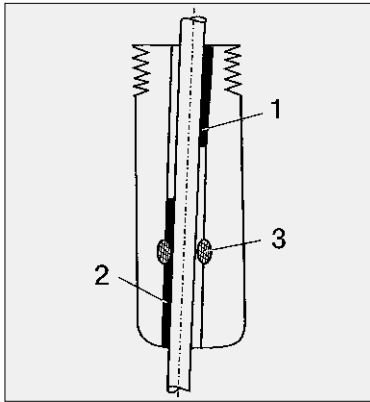


Рис. 6. Осциллограммы тока и напряжения первоначального зажигания дуги: а — проволока без покрытия; б — омедненная проволока

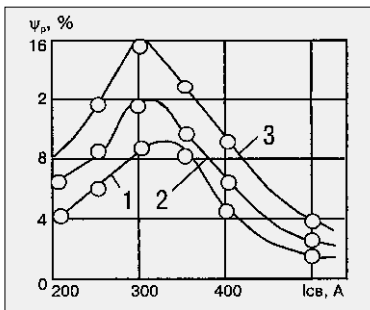


Рис. 7. Уровень потерь металла на разбрызгивание ψ_p при сварке в углекислом газе: 1 — омедненной проволокой; 2 — проволокой с технологической смазкой; 3 — проволокой со следами ржавчины (диаметр 2 мм)

Таблица 3. Содержание газов и вредных примесей в швах

Применяемая проволока	Водород, см ³ /100 г	Азот, %	Серя, %	Фосфор, %
Омедненная	2,8	0,010	0,022	0,020
С технологической смазкой	4,6	0,012	0,024	0,022
Электрохимически очищенная	2,6	0,009	0,020	0,016
Электрохимически очищенная+омедненная	2,4	0,009	0,020	0,018

Таблица 4. Номинальные диаметры сварочной проволоки и допустимые отклонения от них согласно стандартам ISO 864, DIN 8559 и ГОСТ 2246

ISO 864		ГОСТ 2246		DIN 8559	
диаметр, мм	допуски, мм	диаметр, мм	допуски, мм	диаметр, мм	допуски, мм
0,5	+0,01...-0,03	0,5	-0,06	—	—
0,6	+0,01...-0,03	—	—	0,6	+0,01...-0,02
0,8	+0,01...-0,04	0,8	-0,07	0,8	+0,01...-0,03
0,9	+0,01...-0,04	—	—	0,9	+0,01...-0,03
1,0	+0,01...-0,04	1,0	-0,09	1,0	+0,01...-0,03
1,2	+0,01...-0,04	1,2	-0,09	1,2	+0,01...-0,03
—	+0,01...-0,04	1,4	-0,09	1,4	+0,01...-0,03
1,6	+0,01...-0,04	1,6	-0,12	1,6	+0,01...-0,04
2,0	+0,01...-0,07	2,0	-0,12	2,0	+0,01...-0,05
2,4	+0,01...-0,07	—	—	2,4	+0,01...-0,05
2,5	+0,01...-0,07	2,5	-0,12	—	—
3,2	+0,01...-0,07	3,0	—	3,2	+0,01...-0,06

Таблица 6. Базовые размеры катушек для намотки сварочной проволоки

Внешний диаметр кассеты А, мм		Ширина кассеты В, мм		Диаметр посадочного отверстия С, мм	
размер	допуск	размер	допуск	размер	допуск
300*	±5	90	0	200	+10 0
		120	-15 0 -20		
350**	±5	90	0	300	+15 0
		120	-15 0 -20		
435**	±5	90	0	300	+15 0
		120	-15 0 -20		

Таблица 5. Базовые размеры кассет для намотки сварочной проволоки

Внешний диаметр кассеты А, мм		Ширина кассеты В, мм		Диаметр посадочного отверстия С, мм		Расстояние между осями кассеты и поводкового отверстия D, мм		Диаметр поводкового отверстия Е, мм		Номинальная масса проволоки, кг
размер	допуск	размер	допуск	размер	допуск	размер	допуск	размер	допуск	
100*	±2	45	0 -2	16,0	+1 0	—	—	—	—	0,5
200*	±3	55	0 -3	50,5	+2,5 0	44,5	±0,5	10	+1 0	5
300**	±5	103	0 -3	50,5	+2,5 0	44,5	±0,5	10	+1 0	15
350**	±5	103	0 -3	50,5	+2,5 0	44,5	±0,5	10	+1 0	20
435**	±5	103	0 -3	50,5	+2,5 0	44,5	±0,5	10	+1 0	25

* По ISO 864 и DIN 8559.
** По ISO 864.

Есть все основания утверждать, что после многократного волочения проволоки различные загрязнения остаются не только на поверхности металла, но и проникают в него на глубину нескольких микрон. Содержание водорода в проволоке с омедненной поверхностью выше, чем в проволоке, подвергшейся электрохимической очистке и меднению. Это, вероятно, связано с недостаточно полным удалением технологической смазки перед контактным меднением. Тщательная электрохимическая очистка проволоки перед омеднением со снятием загрязненных поверхностных слоев металла приводит к снижению содержания вредных примесей как в самой проволоке, так и в сварных швах, выполненных этой проволокой.

Современные технические требования к омедненной сварочной проволоке. Помимо качества медного покрытия к сварочной проволоке предъявляют ряд других технических требований:

- допустимые отклонения от номинального диаметра;
- временное сопротивление разрыву;
- постоянство химического состава по длине проволоки;
- размеры кассет и катушек для проволоки;
- диаметр намотки и собственное напряжение «закрутки»;
- вид намотки и упаковки.

В табл. 4 приведены номинальные диаметры электродной проволоки для механизированной дуговой сварки согласно стандартам ISO 864, DIN 8559 и ГОСТ 2246. Ужесточение допустимых предельных отклонений от номинального диаметра снижает вероятность заклинивания проволоки в канале токоподводящего наконечника и обеспечивает постоянную плотность тока при сварке. Овальность проволоки не должна превышать 0,02 мм.

Временное сопротивление разрыву проволоки должно быть в пределах

900–1100 МПа для диаметров 0,6–0,8 мм; 800–1000 МПа — для диаметров 1,0–1,2 мм и не более 700 МПа — для диаметров 1,6–2,0 мм. При меньшем временном сопротивлении разрыву снижается жесткость проволоки и нарушается стабильность ее подачи по направляющим каналам сварочного оборудования, при большем — увеличивается изнашивание токоподводящих наконечников.

Размеры кассет и катушек для намотки сварочной проволоки, предусмотренные ISO 864 и DIN 8559, приведены в табл. 5 и 6. Проволоку диаметром 0,6 и 0,8 мм следует наматывать на кассеты наружным диаметром 100 и 200 мм, проволоку диаметром 1,0–1,4 мм — на кассеты диаметром 200 и 300 мм, а проволоку диаметром 1,6–2,0 мм — на кассеты и катушки диаметром 300 мм.

В качестве исходного материала для изготовления кассет и катушек в отечественной и зарубежной практике используют ударостойкий полистирол.

Таблица 7. Коррозионная стойкость сварочной проволоки при различных видах упаковки

Состояние поверхности проволоки	Скорость коррозии, г/м ² /год, при хранении				
	на открытом воздухе в упаковке			над 3%-м водным раствором NaCl (50 °C) в упаковке	
	из водоотталкивающей бумаги и «тарной» ткани	из ингибитивной рованной бумаги	из ингибитированной бумаги с латексным покрытием	из полиэтиленовой пленки	из ингибитивной рованной бумаги
Покрытая технологической смазкой	170	111,4	59	9650	9650
Омедненная	190	20,6	12,2	2720	2720
Электрохимически очищенная	161	1,88	3,76	1900	1800

Технологические свойства омедненной сварочной проволоки

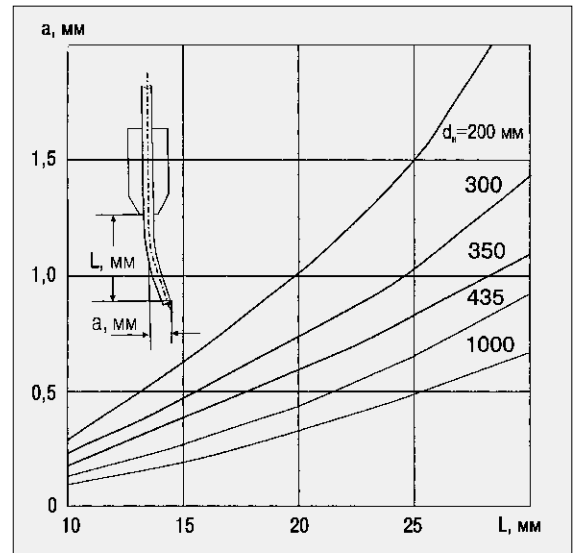
Более экономичными являются проволочные каркасные кассеты, стоимость которых в 1,5–2 раза ниже стоимости полистироловых. Диаметр намотки проволоки на кассеты и катушки оказывает влияние на стабильность токоподвода в контакте «проволока–наконечник» и на расположение торца электрода относительно оси наконечника (рис. 8). Критерием качества намотки сварочной проволоки служит диаметр отрезанного свободного витка проволоки, лежащего на ровной поверхности горизонтальной плиты. Этот диаметр должен находиться в пределах 1000–1300 мм для проволоки диаметром 1,2–2,0 мм. Собственное напряжение «закрутки» проволоки должно ограничиваться величиной, при которой конец свободно лежащего отрезанного витка проволоки приподнимается над ровной поверхностью горизонтальной плиты на высоту не более 20 мм.

Сварочную проволоку можно укладывать в кассеты и катушки по двум схемам: «виток к витку» или «навалом». Первая схема предусматривает использование

кассет и катушек с жесткими базовыми размерами и прецизионного намоточного оборудования, оснащенного электронными устройствами управления пространственным расположением витков проволоки. Основной объем сварочной проволоки производят и поставляют зарубежные фирмы по схеме намотки «виток к витку».

Упаковка сварочной проволоки должна обеспечивать длительную ее сохранность без нарушения технологических свойств. Испытания различных видов упаковки показали, что водоотталкивающая бумага и «тарная» ткань практически не защищают проволоку от коррозии при всех видах обработки ее поверхности (табл. 7). Слабые защитные свойства упаковки такого рода обусловлены ее негерметичностью и отсутствием ингибиторных свойств. Влага проникает через упаковку и стыки ленты. При резких перепадах температуры окружающей среды происходит конденсация влаги на поверхности проволоки. Упаковка в ингибитированную бумагу снижает скорость коррозии проволоки с технологической смазкой в 1,3 раза, омедненной и электрохимически обработанной — почти в 10 и 100 раз (см. табл. 7).

Еще более высокую стойкость проволоки против коррозии при испытаниях на открытом воздухе обеспечила упаковка в ингибитированную бумагу с латексным



покрытием. Упакованную таким образом сварочную проволоку с омедненной и электрохимически очищенной поверхностью можно хранить в течение нескольких лет без следов коррозионного разрушения и нарушения сварочно-технологических свойств.

Реализация приведенных выше технических требований к улучшению качества сварочной проволоки будет способствовать дальнейшему повышению эффективности и расширению объемов применения механизированной дуговой сварки.

Рис. 8. Влияние диаметра намотки проволоки d_n на колебания a торца электрода

■ #234



ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений.

К.: «Экотехнология», 2002. — 112 с.

Брошюра содержит технические данные по местной термической обработке сварных соединений, применяемой в строительном-монтажных, полевых и

ремонтных условиях на трубопроводах и технологическом оборудовании в различных отраслях промышленности (газовой, нефтяной, нефтеперерабатывающей и др.).

Рассмотрены назначение, виды и режимы термообработки, способы нагрева и материалы, нагревательные устройства, оборудование, технология термообработки, контроль температуры и качества, организация работ, техника безопасности.

Брошюра предназначена для инженерно-технических работников и производственного персонала (операторов-термистов,

сварщиков, дефектоскопистов и др.). Брошюра может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке операторов-термистов на передвижных термических установках для работы в строительном-монтажных и ремонтных организациях, в различных отраслях промышленности.

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

AGA

В составе группы Linde Gas ОАО «АГА Украина»

крупнейший производитель и надежный поставщик
промышленных газов в Украине

предлагает:

- Ацетилен
- Сварочные и газовые смеси
- Поверочные газовые смеси
- Кислород жидкий и газообразный
- Азот жидкий и газообразный
- Аргон жидкий и газообразный
- Углекислоту

(удобно, экономично, безопасно, качественно)

а также:

Максимально удобное в обслуживании и экономичное
в эксплуатации сварочное оборудование лидера в области
сварочной техники фирмы ФРОНИУС ФАКЕЛ



Звоните: (0 5 6 2) 3 5 - 1 2 - 2 8
 Факс: (0 5 6 2) 3 4 - 5 6 - 3 3
 E-mail: aga@aga.dp.ua
 Адрес: 49074 Днепропетровск, ул. Кислородная, 1



ЗАО Киевский Экспериментальный Механический Завод «СВАРКА»

Уникальное сварочное оборудование
для строительства и обустройства нефтегазопроводов
Более 50 лет работаем для Вас!

Средства механизации

Усовершенствованные Центраторы
– внутренние гидравлические
типа ЦВ для труб Ø325–1420 мм;
– наружные: звенные типа ЦЗ
для труб Ø от 426–1420 мм;
клевшевые ЦНК 57–89; наружные
винтовые типа ЦНВ для труб
Ø114–168 мм; эксцентриковые ЦТЭ 16–42.



Самоходные сварочные установки и агрегаты



Для питания постоянным током
в полевых условиях от 1-го
до 8-ми постов ручной либо
полуавтоматической сварки
на различных шасси
по требованию заказчика
(Новинка АС-22, АЭП-10М;

АС-42А, АС-42Б, АС-42, АС-11, АСТ-16, УСТ-22,
УСТ41, АП-21, АП-41, АЭП52АУ1 и т. д.)

Трубо- сварочные базы

Стационарные
и полустационарные базы
для сварки трубопроводов,
обеспечивающие стыковую
контактную сварку (ПЛТ-332
для труб Ø114–325 мм);
автоматическую сварку
(БНС-81 — для труб
Ø325–820 мм, ПАУ-1001В,
ССТ-141 — для труб
Ø1020–1420 мм) в двух-, трехтрубных секциях.



Вспомогательное оборудование и агрегаты

Новинка ВПР-120 «Плазма»
Агрегат водооткачивающий АВ-500;
Аварийно-ремонтная мастерская АРМ.

НОВИНКА!

Украина, 04073, г. Киев, просп. Красных Казаков, 23
Тел./факс: 38 (044) 461-3300, 531-3910, 531-3904, 417-8202
Тел.: 7 (095) 782-8653, 291-9454
E-mail: kemz@svarka.kiev.ua, www.kemzsvarka.com



Киев, 03150, ул. Боженко, 11
тел./факс 220 1619
тел. 261 5165

ПРОИЗВОДИМ ЭЛЕКТРОДЫ специального назначения

для
высоколегированных
сталей

- ОЗЛ-8
- ЦЛ-11
- ЦТ-15
- ОЗЛ-6
- НЖ-13
- ЭА-400/10У
- НИИ-48Г
- ЭА-395/9
- ОЗЛ-25Б
- АНЖР-1
- АНЖР-2
- ОЗЛ-17У

для наплавки

- Т-590
- ЦНИИН-4
- ЦН-6Л
- ОЗН-6
- Т-620
- НР-70
- ЦН-12М
- ЦН-2

для теплоустойчивых
сталей

- ТМУ-21У
- ТМЛ-1У
- ЦЛ-39
- ЦУ-5
- ТМЛ-3У
- ЦЛ-20

ВСЯ ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА



Установка для воздушно-плазменной резки всех видов металлов и сплавов ВПР-120 «Плазма»

Установка работает в полуавтоматическом режиме,
комплектуется плазменными горелками на соответст-
вующую мощность, имеет высоковольтное устройство
поджига дуги, а также гибкую систему согласования
расходов сжатого воздуха на всех ступенях работы.
Конструкция выполнена на колесах, транспортируется
всеми видами транспорта и грузоподъемными
механизмами.

1. Напряжение сети при частоте 50 Гц, В 3×380
2. Ток резки, А 120
3. Напряжение холостого хода, В < 300
4. Потребляемая мощность, кВт 32
5. Толщина разрезаемого металла, мм: сталь/медь/алюминий 40/15/25
6. Расход сжатого воздуха, л/мин 230



ПРОИЗВОДИТ и РЕАЛИЗУЕТ

СВАРОЧНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ

Расширяет дилерскую сеть.

150-200 А

Приглашаем к сотрудничеству
торговые организации и
потребителей в регионах
Украины и стран СНГ.



Т./ф.: (0612) 95-06-81, 96-49-45, 96-72-45

ESAB – мировая сварка!

ESAB - мировой лидер по производству оборудования для всех видов сварки и резки металлов, крупнейший производитель сварочных материалов и технологий.

Концерн **ESAB** поддерживает легендарное шведское качество оборудования и материалов.

ESAB – незаменимый поставщик и партнер предприятий всех отраслей промышленности, имеющий 40-летний опыт работы в России.

ESAB



ESAB производит и поставляет:

- сварочные электроды, проволоки и флюсы;
- аппараты для ручной, полуавтоматической и автоматической сварки;
- установки для орбитальной сварки неповоротных стыков труб;
- установки для автоматического раскроя листа методами газовой, плазменной и лазерной резки;
- линии для производства электродов;
- средства защиты сварщика и окружающей среды.

В Санкт-Петербурге производственная компания ЗАО "ЕСАБ-СВЭЛ" выпускает электроды российских и шведских марок на оборудовании, из материалов, по технологиям и стандартам качества ЭСАБ.



ООО "ЭСАБ"

119048, Москва, ул. Усачева, 33/2, стр. 6
тел. +7 095 937 95 81, факс +7 095 937 95 80 E-mail: esab@esab.ru

Филиал ООО "ЭСАБ"

197101, Санкт-Петербург, ул. Дивенская, 3
тел. +7 812 325 66 88 факс +7 812 325 37 66 E-mail: spb.sales@esab.se

Представительство ООО "ЭСАБ"

620014, г. Екатеринбург, ул. Антона Валека, 15, оф. 511
тел./факс +7 3432 65 83 82 E-mail: esab@bcforum.ru

www.esab.com www.esab.ru



**СВАРОЧНЫЕ
ТРАНСФОРМАТОРЫ**

Полуавтоматы
для дуговой сварки

Автоматы для дуговой
сварки и наплавки

Машины для контактной
точечной и шовной сварки

Машины для контактной
стыковой сварки рельсов

Машины для контактной
стыковой сварки
трубопроводов

КИ 002-500, КИ 009-315, ТДМ-259 — однофазные однопостовые трансформаторы с плавно регулируемым сварочным током для ручной дуговой сварки покрытыми электродами низкоуглеродистых и низколегированных сталей.



Техническая характеристика	КИ 002-500	КИ 009-315	ТДМ-259
Номинальное напряжение питающей сети, В	380	380	380
Номинальный сварочный ток, А:			
при ПВ=20%	—	—	250
при ПВ=60% и цикле сварки 5 мин.	500	315	—
Номинальное рабочее напряжение, В	40	32	30
Напряжение холостого хода при номинальном напряжении, В	63	63	75
Номинальный потребляемый ток, А	110	60	—
Пределы регулирования сварочного тока, А:			
наименьший	100	90	90
наибольший	500	315	250
Номинальная потребляемая мощность, кВА, не более	38	20	20
КПД, % на номинальной ступени «диаметр 2,5»	85	70	70
Масса, кг, не более	200	120	75
Габаритные размеры, мм	670×665×680	550×544×630	430×400×455

СВАРОЧНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

КИУ 301, КИУ 501, КИУ 1201 — универсальные сварочные выпрямители для механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов и под флюсом, а также для ручной дуговой сварки, наплавки и резки покрытыми электродами.

КИГ 401, КИГ 601 — мощные сварочные выпрямители для механизированной сварки со ступенчатым переключением сварочного напряжения, что позволяет покрывать широкий диапазон токов без применения сложных электронных устройств.

ГАРТ 160 — типа КИ 001 для ручной дуговой сварки, резки покрытыми электродами углеродистых и нержавеющей сталей, цветных металлов и сплавов.



Техническая характеристика	ГАРТ 160	КИУ 301	КИГ 401	КИУ 501	КИГ 601	КИУ 1201
Номинальное напряжение питающей сети, В	220	380	380	380	380	380
Номинальный сварочный ток, А	125	315	315, 400, 450	500	480, 540, 630	1250
Пределы регулирования сварочного тока, А	20-160	Падающ. 50-315 Жест. 60-315	50-400	Падающ. 50-500 Жест. 60-500	60-630	Падающ. 200-1250 Жест. 250-1250
Номинальный режим работы, ПВ, %	20	60	100, 60, 35	60	100, 80, 60	100
Потребляемая мощность, кВА, не более	7,2	16	28	40	50	120
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	21-26	Падающ. 22-32 Жест. 18-32	16-34 28 ступен.	Падающ. 22-46 Жест. 18-50	7-50 28 ступен.	Падающ. 28-56 Жест. 20-56
Напряжение холостого хода, В, не более	50	72	50	85	70	85
Диаметр электродов, мм	1,5-4,0	2-6	—	2-6	—	—
Масса, кг	40	190	180	260	320	550
Габаритные размеры, мм	433×233×360	720×530×770	720×530×655	790×600×860	790×600×950	960×680×890



Флюсы сварочные

ТУ У 05416923.049-99

АН-348А, АМ
АН-47, АН-47Д
ОСЦ-45
ОСЦ-45М
(Размер зерна 0,25-1,60)
АНЦ-1А

ГОСТ 9087-81

АН-348А, АМ, АП
АН-47



Модуль

Силикат натрия
растворимый
ГОСТ 13079-81
2,6±2,8
2,8±3,0
3,0±3,5

Силикат натрия
растворимый
1,8±2,2

ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС

Украинское предприятие ОАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» (ОАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС») является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе, крупнейшим в СНГ производителем флюсов сварочных плавящихся и силикатов натрия растворимого. Сегодня мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов и силикат натрия к модулю от 1,8 до 3,5.

СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей.

Предлагаем следующие марки:

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АП, АН-47, АН-47Д, АН-47П, ОСЦ-45, ОСЦ-45Д, АНЦ-1А, АНЦ-1АД, ОСЦ-45 мелкой фракции. (ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99).

Благодаря тесному сотрудничеству с Институтом электросварки им. Е. О. ПАТОНА ОАО «Запорожстеклофлюс» освоил производство сварочных флюсов новым методом — двойным рафинированием расплава. Этот наиболее прогрессивный способ варки флюсов, защищенный патентами, существенно улучшил сварочно-технологические свойства флюсов при сохранении благоприятного соотношения качества к цене.

Продукция сертифицирована в УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарта России, TUV Nord (Германия).

Основные потребители — металлургические, машиностроительные, мостостроительные, судостроительные, вагоностроительные предприятия, нефтегазовый комплекс, которым **мы всегда гарантируем стабильность поставок и самые низкие в СНГ цены.**

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ, силикатный модуль от 1,8 до 3,5.

Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

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

ОАО «Запорожстеклофлюс»
Украина, 69035, г. Запорожье,
ГСП-356, Отдел внешнеэкономических связей и маркетинга

Тел.: +380 (612) 348-573, 348-372,
334-167
Факс: +380 (612) 348-573, 348-372,
334-167

E-mail: market@steklo-flus.com,
market@steklo.zp.ua
http://www.steklo-flus.com

Официальный представитель
ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Украины и стран СНГ (кроме РФ)
ООО «Укртрейд», Запорожье

Получение продукции производится на складе ОАО «Запорожстеклофлюс»
Тел.: (0612) 346-218
Факс: (0612) 346-366

E-mail: root@ukrtade.com.ua

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации **ЗАО Торговый Дом «Трансэнергомед М», Москва**

Отгрузка со складов Белгорода, Москвы, Железнодорожка Курской обл.
Тел. (095) 796-9057 — Шаравский Олег Игоревич, Охенский Владимир Викторович
Тел. (095) 330-0901 — Качавцев Владимир Викторович, Качавцев Юрий Викторович



Украинский производитель технологического оборудования для производства сварочных электродов
(ТУУ 21480211.001-97; ТУУ 21480211.002-01)

Предлагает

Цеха под ключ
производительностью
1т/см 2т/см 4т/см

Обучение

Технологическое сопровождение

Сервисное обслуживание

Сырье



ЭТО МЫ!

Нас знают
СНГ, Иран, Судан...
Далее - везде!

01013 Украина г. Киев
ул. Деревообрабатывающая, 4
тел./факс (044) 295-91-91
(044) 294-71-69

E-mail: vant2001@mail.ru
Http: //www.vant2001.chat.ru

Международный научный совет по сварке и родственным технологиям
Министерство образования РФ
Российское научно-техническое сварочное общество
Федеральный горный и промышленный надзор России
Национальный аттестационный комитет по сварочному производству
Институт сварки России
АО "ВНИИСТ"
Министерство строительства, архитектуры и дорожного комплекса РБ
Администрация г.Уфы
Академия наук РБ
Республиканская организация Башкортостана нефтегазстройпрофсоюза
Удмуртский Государственный Авиационный Технический Университет
ГУП "Центр "СВАРТОКС" РБ
Выставочный центр "БашЭКСПО"
При поддержке Кабинета Министров РБ

Информационная поддержка:

Журналы:
"Сварочная промышленность"
"В мире сварочного контроля"
"Сварщик"
"Безопасность труда в промышленности"

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ФОРУМ

- V Международная специализированная выставка
- II Международная научно-техническая конференция
- I Конкурс сварщиков СНГ

СВАРКА
КОНТРОЛЬ. РЕНОВАЦИЯ



V Международная специализированная выставка
МЕТАЛЛООБРАБОТКА

29 октября - 1 ноября 2002 года
г. УФА

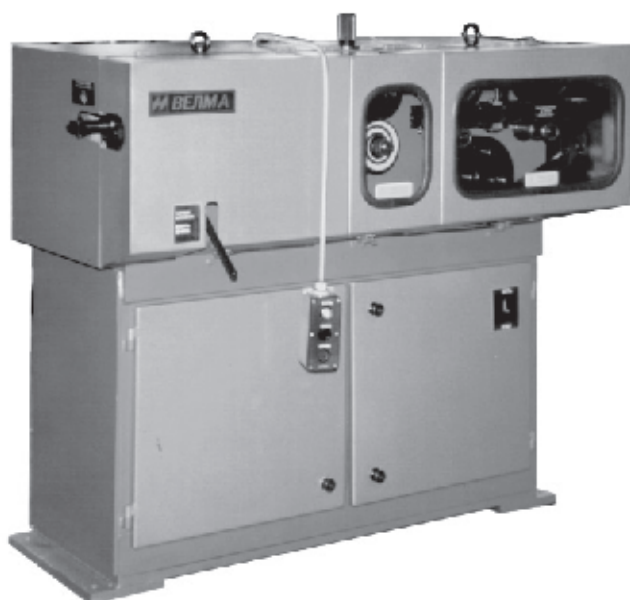
Республиканский выставочный комплекс ул. Менделеева, 153

Одновременно пройдут специализированные выставки
"Нефтегаз" и "Химиндустрия"

Тел: (3472) 52-53-86, 53-41-10, факс: 52-55-93
E-mail: bashexpo@ufanet.ru

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

ПРАВИЛЬНО-ОТРЕЗНОЙ СТАНОК AP 04



Ø 2...5 мм

L = 250...450 мм; 415...230 шт./мин.

- Обеспечивает качественный рез и прямолинейность стержней, в т.ч. из высоколегированной проволоки.
- Надежен в эксплуатации.
- Предельно прост в обслуживании.
- Установленная мощность - 3,7 кВт.

Защищен патентом и
сертифицирован.

НОВИНКА



ул. Васильковская, 14, 03040, г. Киев, Украина, тел./факс: (10 38 044) 263-40-44
www.welma.mksat.net welma@welma.kiev.ua

ОАО "Симферопольский моторный завод"



Новое
качество
традиционных
технологий!



*Инверторные источники
для ручной и механизированной
дуговой сварки, аргодуговой
сварки и воздушно-плазменной резки*

95000 Крым, г. Симферополь, ул. Генерала Васильева, 27-а
Тел.: (0652) 48-19-12, 48-35-91, 48-53-38 Тел./факс: (0652) 48-61-23
E-mail: simz@crimea.com http://www.simz.com.ua



ИНФОЦЕНТР-УКРАИНА - представитель
международной информационной системы
KOMPASS INTERNATIONAL в Украине



предлагает
украинским предприятиям:

Размещение информации и рекламы
украинских предприятий в изданиях
КОМПАСС 74 стран мира

Информацию об 1.6 млн. производителей,
торговцев, экспортеров, импортеров
74 стран мира

Профессиональное представление
информации и рекламы в сети Интернет
(www.kompass.com) - от текста до
вэб-сайта

Компакт-диски: КОМПАСС Украина
(25.000 компаний), КОМПАСС Конкорд
(база данных стран СНГ, Балтии и
Восточной Европы - 230.000 компаний),
ЕЕКOD (база данных стран Восточной
Европы - 328.000 компаний)

Доступ к Международной базе данных
КОМПАСС в сети Интернет (1.6 млн.
компаний 74 стран мира)

Национальные, региональные
и отраслевые справочники и CD-ROM
с информацией о компаниях 74 стран
мира



www.kompass.com



КОМПАСС – ВИТРИНА ВАШИХ ДЕЛ

ЗАО "ИНФОЦЕНТР-УКРАИНА" г. Харьков, ул. Коломенская 3, эт. 6, к. 9
Для писем: а/я 4337, г. Харьков, 61166
Тел.: (0572) 58 78 30, тел./факс: (0572) 14 28 10, 14 28 11
E-mail: kompass@ttr.com.ua www.kompass.com www.kompass-ukraine.com

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЯЗАНСКИЙ ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД предлагает

Портативные сварочные аппараты
инверторного типа **ФОРСАЖ** на токи
до 160А, 250А, 315А



- высокое качество шва
- легкий поджиг и эластичная дуга
- малое разбрызгивание металла
- небольшой вес и габариты при
великолепных энергетических
показателях

Россия, 390000, Рязань ул. Каляева, 32
тел.: (0912) 79-53-39, 79-54-53
факс: (0912) 24-01-81, 21-61-47
E-mail: postmaster@pribor.ryazan.su
<http://www.grpz.ru>





Искусство Сварки



WWW.SELMA.CRIMEA.UA



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

СОВЕРШИТЕ ОТКРЫТИЕ!



АРКСЭЛ ООО «АРКСЭЛ»

83017, г. Донецк, пер. Вятский, 2а
тел. (062) 382 9444; тел./факс (062) 382 9438
E-mail: arcsel@gmail.com.ua www.arcsel.donetsk.ua



КИЇВСЬКИЙ ЗАВОД ВУГЛЕКИСЛОТИ

Високоякісна вуглекислота інші промислові гази, додаткове обладнання, сервіс

04209, м. Київ Вул. Лебединська, 3-б
Тел/факс: зб: (044) 4134349; пр: 4121240
Email: kzv@co2.kiev.ua; kzv@carrier.kiev.ua

**14-16
НОЯБРЯ
2002**

ЭКСПО-ЦЕНТР «МЕТЕОР» ДНЕПРОПЕТРОВСК

організатор
(0362) 357-357,
(0362) 342-352



МАШПРОМ

ЕЖЕГОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

Воздушно-плазменная резка Invertec PC100

- Система Invertec PC100 предназначена для воздушно-плазменной резки низкоуглеродистых, нержавеющей сталей, алюминия и большинства других металлов. Разработанный на основе последних достижений инверторной технологии Invertec PC100 гарантирует получение высококачественного реза в широком диапазоне толщин металла вплоть до 35 мм.
- Аппарат подключается к 400 В трехфазной сети и допускает колебания входного напряжения в диапазоне $\pm 10\%$. Система построена на инверторном источнике с крутопадающей вольтамперной характеристикой.
- Потенциометр аппарата обеспечивает плавную регулировку сварочного тока в диапазоне от 20 до 100 А. Лицевая панель PC100 оснащена специальными индикаторами, сигнализирующими о включении аппарата, наличии выходного напряжения, слишком низком давлении воздуха, перегрузке и процессе резки. Для удобства обслуживания аппарат собран на модульной основе.
- Защитный корпус быстросъемного разъема на кабеле плазменного резака предохраняет сварщика от случайного касания токоведущих элементов.
- Дополнительный пульт дистанционного управления позволяет регулировать выходную мощность источника на расстоянии. Аппарат может использоваться в механизированных системах плазменной резки.
- Система плазменной резки PC100 поставляется со всеми необходимыми аксессуарами, включая расходные материалы.



ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ Invertec PC100



Преимущества Invertec PC100

- Инверторный источник питания, обеспечивающий надежность работы и стабильность процесса.
- Пилотная дуга, поддерживающая горение при непродолжительном прерывании процесса.
- Плавная регулировка выходной мощности.
- Схема стабилизации выходной мощности.
- Имеет сертификат соответствия.
- Имеет сертификат безопасности CE и EMC.
- Большой выбор расходных материалов для различных целей — строжки, разделки, вырезки фигурных отверстий и т. п.
- Легкий вес и компактность, обеспечивающие мобильность аппарата.
- Схема защиты от перегрузок с сигнальным индикатором.
- Гарантия 12 месяцев.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Invertec PC100

Основные параметры		Дополнительные показатели	
Диапазон сварочного тока, А	20-100	Коэффициент мощности	0,9
ПВ (расчетный период 10 мин.), %	100 60 35	Класс защиты по IEC 529	IP23
Сварочный ток, А	50 75 100	Класс изоляции по IEC 974-1	Н
Трехфазное напряжение	400	Масса, кг	26
50/60 Гц, В		Габаритные размеры:	
Ток сети питания, А	24	ширина, мм	235
		высота, мм	330
		длина, мм	615
		Максимальная толщина реза, мм	35

**ЭКСПОСВАРКА
22-25 ОКТЯБРЯ**

2002

**МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
"КРАСНАЯ ПРЕСНЯ"**

Московское региональное отделение
Российского Научно-Технического Сварочного Общества (РНТСО)
Международный Институт Сварки (МИС)
Европейская Федерация Сварки (ЕФС)

**в честь 10-летия РНТСО
22-25 октября 2002 года**

представляют
Международную специализированную выставку

ЭКСПОСВАРКА 2002

и

Международную научно-практическую

КОНФЕРЕНЦИЮ

(персонал, оборудование, технология)

Организаторы:

Министерство экономического развития
и торговли РФ



РНТСО
тел. +7 095 173 98 21
173 50 30
факс +7 095 173 07 87

Союз НИО

Московская межотраслевая
ассоциация сварщиков
тел. +7 095 177 00 29

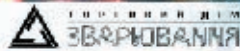
MSI
тел. +43-1 40289 54-20
факс +43-1 40289 5454



Генеральный спонсор мероприятий

СпецЭлектрод





Все лучшее, что есть в мире сварки и резки

- Сварочные материалы для сварки, наплавки, пайки
- Оборудования для дуговой сварки и резки, источники питания, приспособления и инструмент
- Оборудования для сварки в среде защитных газов
- Оборудование для газовой сварки и резки, вспомогательный инструмент
- Оборудование для подготовки кромок и поверхностей
- Промышленные установки и линии специального назначения
- Автоматические системы управления для сварочных процессов, роботы и роботизированные комплексы
- Новые технологии для ремонтной сварки
- Средства защиты сварщиков и окружающей среды
- Технический аудит и проектный инжиниринг
- Техническое и сервисное обслуживание сварочного оборудования
- Центр обучения сварке



03680 Киев, Украина
Пр. ак. Глушкова 1, пав №21
тел./факс (044) 2519370, 2519376
Ул. Борщаговская 116 а, КПИ, СФ
тел./факс (044) 2419754
e-mail:house@welding.kiev.ua
igor@welding.kiev.ua
web: www.weldexpo.com.ua

Приглашаем к реализации программы "Курорт на рабочем месте"

все предприятия и организации,
заинтересованные в эффективном оздоровлении
персонала без отрыва от производства



ЦІЛЮЩА
НАСОЛОДА

Подробности на стр. 55.
Информационная линия:
(044) 551-9700, 552-2563.
ООО "Вилмобуд"

Industria On-Line
Ukrainian Portal of Commerce and Industry

Ukrainian companies
WELCOME TO COOPERATION

Украинские предприятия
ПРИГЛАШАЮТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Light Industry | • Легкая промышленность |
| Woodworking Industry | • Деревообработка |
| Food Industry | • Пищевая промышленность |
| Medical Industry | • Медицина |
| Chemical Industry | • Химическая промышленность |
| Machine-building Industry | • Машиностроение |
| Electrical Manufacturing Industry | • Электротехника |
| Electric Power Industry | • Электроэнергетика |
| Industry of Consumer Goods | • Потребительские товары |
| Farming Industry and other Industries | • Сельское хозяйство и другие отрасли |



Индустрия Он-Лайн
Украинский Торгово-Промышленный Портал

WWW.INDUSTRIA.COM.UA

22 - 25 октября 2002 года

2-я специализированная выставка
с международным участием

КАБЕЛЬ ПРОВОЛОКА ТРУБЫ 2002



- производство кабельно - проводниковой продукции
- оборудование и материалы
- рукава, шланги, изоляционные материалы
- аксессуары
- электроустановочные изделия
- производство проволоки
- производство труб

Киев
Экспоцентр Украины
пр. Глушкова, 1

(044) 251 9216
(044) 251 9376
(044) 251 9184

olga@welding.kiev.ua

Специализированные партнёры:



Инфо-партнёры:



Организаторы:

Министерство Промышленной Политики Украины

Украинская корпорация
"УКРЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ"



Национальный Комплекс "Экспоцентр Украины"



**ВСЕРОССИЙСКАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА**

**МАШИНОСТРОЕНИЕ
МЕТАЛЛУРГИЯ
МЕТАЛЛООБРАБОТКА**

**4-6 ноября 2002 года
ФОЦ "Здоровье"**

г. Ижевск

426063, Удмуртская Республика
г. Ижевск, ул. Гольянский поселок, 54а
Тел. (3412) 51-10-73, 75-03-08, 75-34-17
75-17-98, 75-13-19, 76-14-17
E-mail: postmaster@izhexpocentr.udm.ru
izhexp@udmnet.ru

<http://www.izhexpo.udm.ru>



ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР ВЫСТАВКИ



Украинская
Промышленная
Компания

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МАШИНОСТРОЕНИЕ

19-22 ноября 2002
Украина
Донецк

ОРГАНИЗАТОРЫ

Ассоциация «Станки и инструменты», Украина
Выставочный центр «ЭкспоДонбасс»



ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

Министерство Промышленной политики Украины
Донецкой Облгосадминистрация

ПРОГРАММА

Презентации фирм-участников выставки
Деловые переговоры
Научно-практические семинары



ИНФОРМАЦИЯ:
тел./факс: (062) 381-21-50, 381-21-41, 381-21-03
E-mail: zaharov@expodon.dp.ua, borisenko@expodon.dp.ua
<http://www.expodon.dp.ua>
Выставочный центр «ЭкспоДонбасс»
Украина, 83048, Донецк, ул. Челюскинцев, 169 в

УРАЛЬСКИЕ ВЫСТАВКИ - 2000

Выставочное Общество

3-6 декабря

Екатеринбург

2-я специализированная выставка

СВАРКА

Место проведения:
Фестивальная 12
ДК "УРАЛМАШ"

Сварочное оборудование,
инструменты и материалы
для сварки, резки, пайки,

тел. (3432) 70-17-95, 70-17-96
e-mail: vystavka@mail.ur.ru

internet: www.vystavka.ru



**СТАНКО
МАШ
ЭКСПО**

**11-13
СЕНТЯБРЯ
2002**

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



Сварщик

ВЫСТАВКА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ, СТАНКО- И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

СТАНКОМАШЭКСПО

ОДЕССА ВЫСТАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС МОРСКОГО ВОКЗАЛА

**Станкостроение
Машиностроение
Приборостроение**

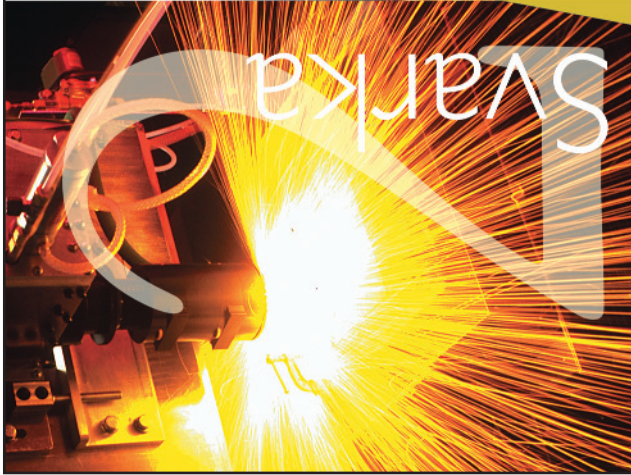


Организатор:

Центр Выставочных Технологий
Украина, 65014, г. Одесса, пер. Сабанский, 1/10,
Тел. (0482) 37-27-91, 37-28-69, факс 210591

E-mail: stas@expo-odessa.com, <http://www.expo-odessa.com>





Сварка

В ПЕРЕЧНЕ ОФИЦИАЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
МЕЖДУНАРОДНОГО ИНСТИТУТА СВАРКИ (ИИС)
И ЕВРОПЕЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СВАРКИ (ЕФС)

22-25 ОКТЯБРЯ 2002 г.

Москва, Россия
ЭКСПОЦЕНТР на Красной Пресне

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА

Сварка



ЭКСПО

THIRD INTERNATIONAL
SPECIALIZED EXHIBITION
ON WELDING EQUIPMENT
AND RELATED PROCESSES

International conference
«WELDING - QUALITY -
COMPETITIVENESS»

IN THE LIST OF EVENTS
OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE
OF WELDING (IIW)
& EUROPEAN FEDERATION FOR WELDING,
JOINING AND CUTTING (EWF)

OCTOBER 22-25, 2002

Moscow, Russia
EXPOCENTER, «Krasnaya Presnya»

Организаторы:
Organizers:

генеральный
спонсор конференции
"Спецэлектрод"



Международная конференция
«СВАРКА - КАЧЕСТВО -
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ»

EXPO

Министерство экономического развития и торговли
Российской Федерации, ИИТС, М.С.И.
Ministry of Economic Development and Trade
of the Russian Federation,
Russian Welding Society, M.S.I.

www.msi-vystavki.ru

Информационная
поддержка:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС "ЭКСПОЦЕНТР УКРАЇНИ"

22 - 25 ЖОВТНЯ

"КИЇВМАШ" 2002

ЧЕТВЕРТА
НАЦІОНАЛЬНА
СПЕЦІАЛІЗОВАНА
ВИСТАВКА

Організатори:
Міністерство промислової політики України,
Національний комплекс "Експоцентр України"

НАЦІОНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС "ЕКСПОЦЕНТР УКРАЇНИ"
Україна, м. Київ, МСТ 03680, пр-т Академіка Глушкова, 1
тел.: 044/251-9114, 251-9113
факс: 044/251-9114, 251-9112, 251-9111
e-mail: sagarulove@nvc.ukrsat.com www.exposcenter.com.ua

Вар Век аутлет
- зimmermann
промисловості!

Інформаційна підтримка:

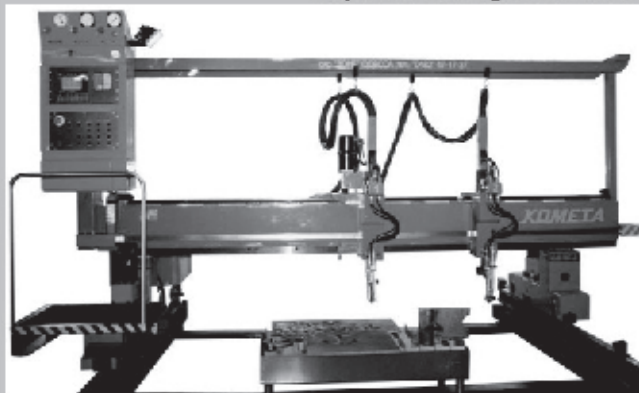
в рамках
ПРОМИСЛОВОЇ
ВИСТАВКИ

ОАО «ЗОНТ»



(завод оборудования наукоемких технологий)

тел. (0482) 471737, (048) 7156777, 7156940
факс (0482) 473538 e-mail: oaozont@te.net.ua
http://www.autogenmash.com



- Машины для термической резки серии "Комета М"
- Машины для микроплазменной резки серии "Метеор"
- Переносные газорезающие машины серии "Радуга М"
- Системы ЧПУ для машин термической резки и станков
- Капитальный ремонт, модернизация машин термической резки с ЧПУ, комплектующие
- Запасные части для криогенного оборудования
- Теплообменники, насосы сжиженных газов для криогенного оборудования.



Предприятие
«Триада-Сварка»
г. Запорожье

ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГОРЕЛКИ К ПОЛУАВТОМАТАМ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ

ABICOR
BINZEL

Fronius

SELMA



Тел. (0612) 33-1058, 34-2399, 13-2269, 49-0079

E-mail: weld@triada.zp.ua



ПО «Коммунар» г. Харьков

Энергосберегающие выпрямители сварочного тока инверторного типа повышенной безопасности, не требующие блоков понижения напряжения.

Параметры	ВДУЧ-160М	ВДУЧ-200	ВДУЧ-315М
Напряжение сети 50 Гц, В	1×220	3×380	3×380
Диапазон сварочного тока, А	30-160	30-200	40-315
Сварочный ток при ПН 40%, А	—	200	—
Сварочный ток при ПН 60%, А	160	160	315
Режим работы	TIG/MAG/MMA	TIG/MMA/MAG	MMA/MAG
Масса, кг	32	32	45

Телефон:

(0572) 44-71-42

(0572) 44-73-57

Факс:

(0572) 44-00-05

E-mail:

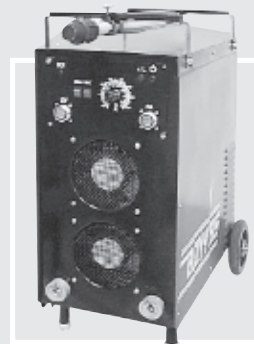
otd39@tvset.com.ua



ВДУЧ-160М



ВДУЧ-200



ВДУЧ-315М

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.

Каковы правила приварки усиливающих накладок при изготовлении и ремонте металлоконструкций?

Б. П. Верещакин (Луганск), В. К. Елизаров (Пермь)

Накладки бывают односторонние и двусторонние. Их, как правило, применяют для усиления сварных соединений, выполненных встык, а также при заварке трещин. В зависимости от сечения со-

единяемых элементов накладки могут быть плоскими, угловыми или коробчатыми. Углы накладок должны быть скруглены радиусом не менее 30 мм (рисунки). Накладки изготавливают из сталей СтЗсп5 (ГОСТ 380) или сталь 20 (ГОСТ 1050). Толщина односторонней накладки должна быть не менее 0,7 мм, а двусторонней — не менее 0,5 мм толщины свариваемого основного металла. Если на сварной шов должна быть поставлена накладка, то усиление валика следует снять с основным металлом.

Плоские накладки должны перекрывать заваренный стык или трещину не менее чем на 100 мм; при небольших габаритных размерах деталей перекрытие стыка может быть уменьшено до 50 мм. При постановке двусторонних плоских накладок их размер устанавливают с расчетом, чтобы противоположные швы были смещены не менее чем на 30 мм (см. рисунок). Необходимо плотное прилегание накладок к основному металлу.

Для плоских накладок местные зазоры должны быть не более 1 мм, для угловых и коробчатых — не более 1,5 мм. Если накладка имеет размер по одной из осей более 300 мм, то для плотного прилегания она предварительно должна быть приварена пробочными швами на расстоянии 150–200 мм друг от друга. Отверстия для пробочных швов следует сверлить только в накладке до постановки на место и заваривать в первую очередь. Лобовые и косые швы приварки накладок необходимо выполнять с отношением вертикального катета к горизонтальному 1:2, а переход от наплавленного металла к основному делать плавным.

В ответственных металлоконструкциях для снятия напряжений и повышения усталостной прочности сварных соединений после приварки усиливающих накладок рекомендуется производить поверхностный наклеп сварных швов и зоны термического влияния многообойковым упрочнителем.



Рисунок. Вид и схема приварки усиливающих накладок

Расскажите, пожалуйста, о MIG и MAG сварке стали 08X18H10T толщиной 2 мм, необходимом оборудовании, режимах сварки и сварочных материалах.

С. П. Сидоренко (Барышевка)

Для газозащитной сварки в аргоне и углекислом газе стали 08X18H10T используют те же полуавтоматы, что и для сварки углеродистых сталей (например, А-547УМ, КП-002, КП-003, КП-004), обеспечивающие сварку как сплошным швом, так и электрозаклепками в различных пространственных положениях.

При MIG сварке рекомендуют применять аргон марки В по ГОСТ 10157, сварочные проволоки марок Св-04X19H9 или Св-06X19H9 диаметром 0,8 и 1,0 мм по ГОСТ 2246. Для обеспечения качественного формирования сварного шва перенос металла в дуге должен быть струйным. Это может быть достигнуто на постоянном токе обратной полярности при сварке на режимах MIG/MAG.

Трудности MAG сварки стали 08X18H10T заключаются в довольно интенсивном разбрызгивании расплавленного металла, составляющем 10–12%, и

образовании очагов коррозии в месте приваривания брызг к металлу. Для уменьшения разбрызгивания сварку следует выполнять тонкой проволокой диаметром 0,8 и 1,2 мм на малых вылетах. Чтобы избежать прилипания брызг, свариваемый металл следует покрывать на расстоянии по 100 мм по обе стороны стыка защитным слоем. Например, можно использовать покрытия МВ (мел 30–40%, вода 70–60%), МЖС (мел 30%, жидкое стекло 70%) или ЦЖС (циркон 20–35%, жидкое стекло 65–80%).

Для MAG сварки стали 08X18H10T рекомендуют применять углекислый газ I и II сорта по ГОСТ 8050, сварочные проволоки марки Св-08X20H9Г7Т или Св-08X20H9С2БТЮ. Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. Рекомендуемые режимы сварки MIG/MAG приведены в таблице.

На вопросы отвечал

Ю. В. Демченко, канд. техн. наук

Таблица. Рекомендуемые режимы MIG/MAG сварки

Способ сварки	Толщина свариваемого металла	Диаметр проволоки, мм	Режимы сварки			Вылет электрода, мм	Расход газа, л/мин
			Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч		
MIG	1,0	0,8	90–120	14–18	15–20	10–15	8–10
	2,0	0,8–1,0	120–140	16–20	15–20	10–15	10–12
MAG	1,0	0,8	40–80	17–18	30–40	6	6–7
	2,0	0,8–1,2	100–140	18–20	25–40	6–9	6–8

Современные модули информационной и технической поддержки при ремонтно-восстановительных работах на нефтегазопроводе

Б. И. Паламарчук, канд. физ.-мат. наук, **А. В. Черкашин**, **А. Н. Манченко**, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины (Киев), **Ю. Н. Погорельский**, канд. мед. наук, ДП «Астра-Мед» (Киев), **В. Н. Коломеев**, **М. Н. Драгомирецкий**, ДК «Укртрансгаз» (Киев)

Значительное сокращение времени простоя трубопроводов при их техническом обслуживании, связанное с подключением отводов и проведением ремонтно-восстановительных работ, возможно при использовании современных импульсных систем резки на основе удлиненных кумулятивных зарядов благодаря их преимуществу по сравнению с традиционными огневыми способами резки. В некоторых случаях импульсные системы резки позволяют в десятки раз снизить время проведения работ, особенно при необходимости резки во взрывоопасной атмосфере при ликвидации последствий аварийных ситуаций.

Неотъемлемой частью современных импульсных технологий для решения этих задач являются современные средства сбора, обработки и передачи информации, позволяющие в реальном времени контролировать качество и скорость проведения работ, а в случае аварий и чрезвычайных ситуаций снабжать экспертов необходимой информацией, используя современные цифровые технологии и принимать ответственные решения адекватно изменяющейся ситуации в диалоговом режиме с места событий.

Интенсивно развивающиеся в последнее время цифровые технологии позволяют создать принципиально новые способы сбора, кодирования, сжатия, обработки и передачи информации. Эти технологии способны во многом удовлетворить требованиям к скорости и качеству обработки информации практически во всех аспектах человеческой деятельности, причем в реальном времени.

Основные требования, предъявляемые к современным модулям информационной, технической и медицинской поддержки, — это автономность, мобильность и компетентность. В чрезвычайных ситуациях на месте происшествия высококвалифицированные специалисты нужного профиля, как правило, отсутствуют. К тому же в экстремальных ситуациях человеческий организм подвержен стрессовым состояниям и не дает возможности адекватно воспринимать и оценивать факты, принимать решения. Посредством же современных средств связи за виртуальным столом интернет-конференции возможно собрать необходимых специалистов из разных стран мира, проанализировать данные и найти един-

ственно верное решение. Таким образом, первоочередной задачей современных информационных модулей является создание «прямого эфира» не только как информационного канала, но и как средства технической и медицинской поддержки и управления ситуацией (рис. 1).

Нарастание мощности и скорости цифровых технологий в вычислительной технике повлекло за собой преобразование многих традиционных аналоговых бытовых и промышленных приборов в цифровые, более точные и скоростные, что открыло пользователям новый класс качества и расширенные возможности.

Унифицирование — связывание и совместная обработка или выделение и разделение для параллельной обработки разных по своей природе данных, которые тяжело совместить или разделить для обработки на аналоговых приборах. Это стало возможным вследствие того, что конвертирование информации между различного рода данными и разными формами и форматами записи при наличии соответствующего программного обеспечения теперь не вызывает больших затруднений.

Индивидуальный творческий поиск. Имея компьютер, необходимый интерфейс и программное обеспечение, пользователь приобретает возможность индивидуально оформлять и обрабатывать свои фото-, аудио- и видеозаписи, другие виды научной и технической информации.

Глобализация — доступ к практически неограниченному объему информации во всех странах. Если имеется компьютер, модем и телефон (в ближайшем будущем Интернет станет доступен и

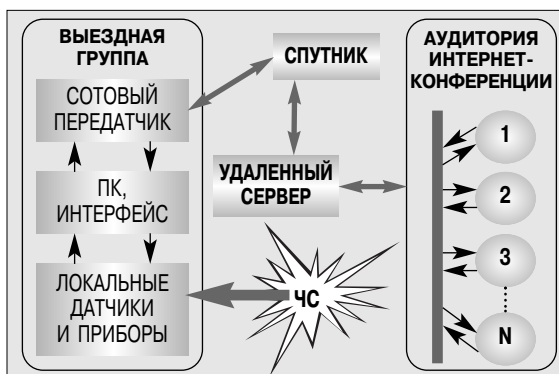


Рис. 1. Функциональная схема взаимосвязей при работе в зоне чрезвычайной ситуации

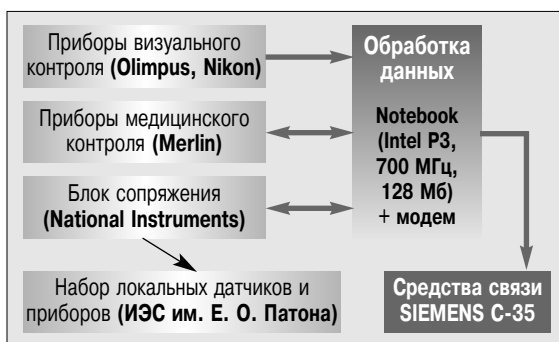


Рис. 2. Функциональная схема модуля информационной и технической поддержки

через телевизионные каналы связи, что приведет к еще большей доступности и удешевлению информации), то предоставляется возможность обмена информацией в считанные минуты практически без ограничений по объему и расстоянию, не выходя из офиса или квартиры, а при наличии спутникового телефона и портативного компьютера (ноутбука) — практически из любой точки планеты.

Доступность аппаратных средств цифровой техники и универсальность компьютера (как центрального устройства обработки информации) дает возможность обрабатывать информацию от разных типов цифровых датчиков, позволяет объединять и систематизировать данные в разные статистические группы для совместной обработки, для набора статистики и получения новых групп системных данных. То, что было до недавнего времени доступно только аэрокосмическим, военным и разведывательным ведомствам и далеко не всем дипломатическим корпусам, теперь может эффективно развиваться для любых сложных технических систем, сложных условий эксплуатации или преодоления чрезвычайных ситуаций. Используя возможности цифровой и вычислительной техники, были разработаны концепция и принципы действия современных модулей информационной и технической поддержки.

На рис. 2 демонстрируются возможности модулей, разработанных в рамках программы «Shock» («Квадро-Консалтинг»), для информационной поддержки экстремальных технологий (при ведении технологических взрывных работ), а также для возможности их адаптации к ремонтно-восстановительным работам на нефтегазопроводах.

При испытании защиты при проведении резки металлов взрывом на территории полигона Научно-инженерного центра «Металлообработка взрывом» (под Киевом) были получены, первично обработаны и переданы в Институт электросварки им. Е. О. Патона различные технические данные.

На рис. 3 и 4 показаны фотокадры взрыва пропан-кислородной смеси без защиты и с применением защиты, а также регистрограммы давлений воздуха от взрывной волны, полученные при помощи датчиков давления Kistler 601 и шумомеров Brüel & Kjær 2230 (P_1) и датчиков давления, разработанных в ИЭС (P_2).



Рис. 3. Регистрограмма ударных волн от двух датчиков, расположенных на расстоянии 8 м от места взрыва (масштаб по оси давления 12 кПа), и фотоизображение взрыва

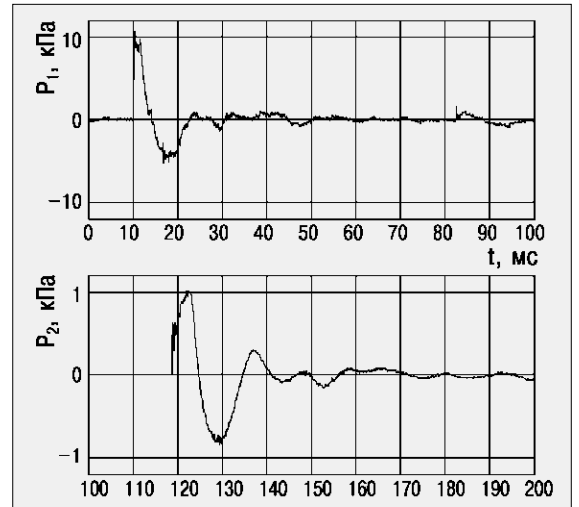
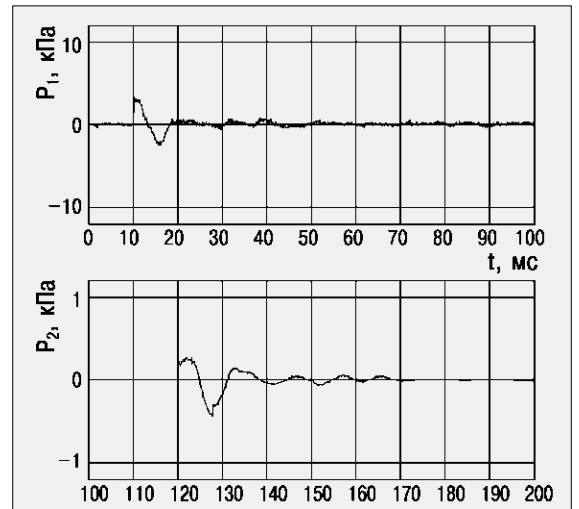


Рис. 4. Регистрограмма ударных волн от двух датчиков, расположенных на расстоянии 39 м от места взрыва (масштаб по оси давления 1,2 кПа), и фотоизображение взрыва



Также был снят фотокамерой, обработан на компьютере и передан для дальнейшей обработки видеоклип (рис. 5). Была выполнена съемка, переданная затем по электронной почте в ИЭС, элемента реза (рис. 6). Съемку проводили цифровой фотокамерой Olympus C-4040 Zoom.

Фотокамера автоматически для каждого снимка записывает информацию об условиях и режимах съемки (например: размер файла — 288 кБ, разрешение — 1280×960 пикселей, цветовая модель — RGB True Color (24-bit), выдержка — 1/100 с, диафрагма — f 1/9,0, мнимая чувствительность ISO — 286 ед, фокусное расстояние объектива — 32,1 мм).

Данная модель камеры позволяет производить фотосъемку с максимальным разрешением 3200×2400 пикселей, выдержками от 3 мин до 1/2000 с и диафрагмами от 1:1 до 1:10, производить видеосъемку с частотой 15 кадр/с и разрешением до 960×640 пикселей. Существуют

ют камеры с разрешающей способностью матриц свыше 5 млн пикселей и с более совершенной и качественной оптикой.

Параллельно осуществляли звукозапись на цифровой диктофон Olympus DS-150, имеющий повышенную чувствительность микрофона, функцию перевода диктовки в буквенные выражения и вывода на дисплей в текстовой форме.

С помощью наручного регистратора электрокардиограмм (ЭКГ) Merlin (рис. 7) проводили диагностику состояния здоровья одного из членов бригады оперативно-спасательной службы. Информацию по оптоволоконному кабелю через USB-порт передавали в компьютер, где было установлено соответствующее программное обеспечение и предварительно были записаны фоновые (эталонные) данные пациента в нормальных условиях. Поступающая от регистратора информация программно сопоставляется с эталонной, при обнаружении отклонений выявляются

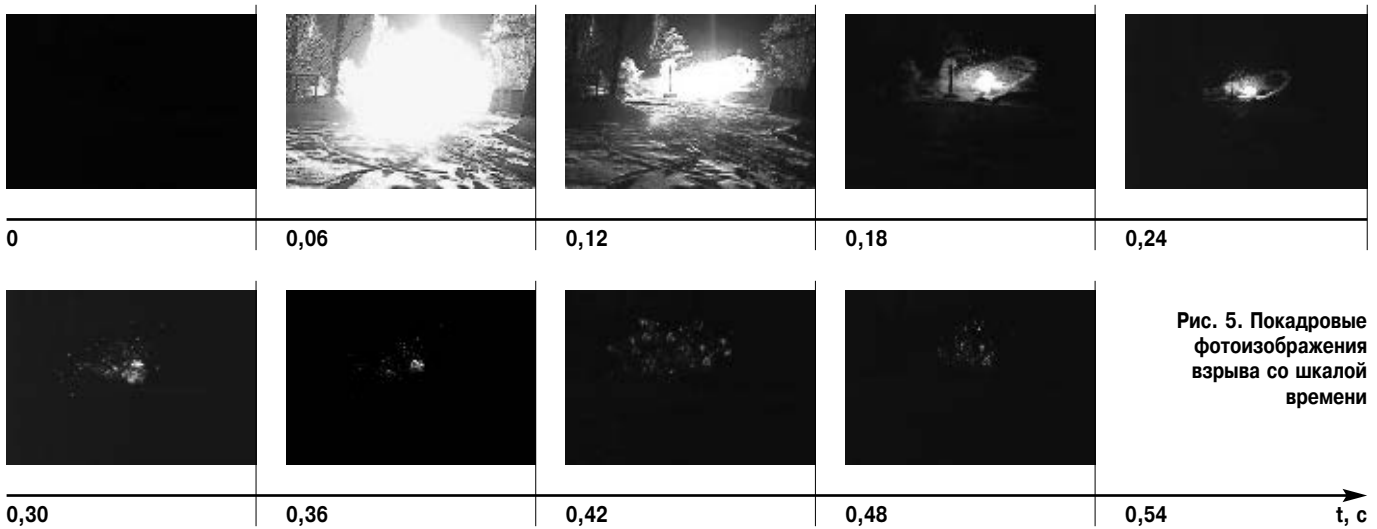


Рис. 5. Покадровые фотоизображения взрыва со шкалой времени

Современные модули информационной и технической поддержки при ремонтно-восстановительных работах и экстремальных ситуациях на нефтегазопроводе

аномальные участки и результаты выдаются для детального анализа.

На мониторе представлены все сделанные записи ЭКГ с указанием времени записи. Цветным маркером отмечаются аномальные участки, а ниже под ними в увеличенном масштабе представляются активированные участки. Масса такого регистратора 20 г, габаритные размеры 40×34×12 мм. Существует уже и более совершенная модель регистратора с возможностью передачи данных по инфракрасному порту непосредственно через мобильный телефон, минуя первичную обработку на компьютере.

Целью создания медицинского модуля является экспресс-диагностика состояния здоровья на подготовительном, экстремальном и реабилитационном этапах работы оперативных групп быстрого реагирования в условиях аварий и катастроф. Его адаптация к проблемам нефтегазотранспорта поможет решить следующие задачи:

- профессиональный отбор и подготовку работников к выполнению своих обязанностей в экстремальных ситуациях;

- подготовку, организацию, проведение и обеспечение выполнения обязанностей работников при ремонтно-восстановительных работах и экстремальных ситуациях;

- предотвращение усугублений экстремальных ситуаций, которые могут быть вызваны ухудшением состояния здоровья персонала, в т. ч. оказание экстренной помощи потерпевшим;

- организацию и осуществление оперативного телемедицинского контроля за состоянием сердечно-сосудистой системы персонала при экстремальных ситуациях с обеспечением телеконсультативной помощи ведущих медицинских специалистов для оптимизации проведения работ в полевых условиях.

С целью отработки возможностей медицинского модуля был проведен отбор участников для медико-биологической экспедиции в Тибет. Испытуемые подвергались физическим перегрузкам, воздействия которых фиксировали прибором суточного мониторинга Cardio Tens-01. Этот прибор позволяет снимать двухканальную электрокардиограмму,

Рис. 6. Общий вид реза на трубе магистрального газопровода

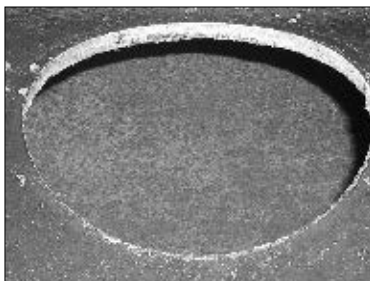


Рис. 7. Наручный регистратор ЭКГ (а) и вид электрокардиограммы на мониторе компьютера (б)



измерять артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС) с заданной частотой и интервалами измерений. Запись ЧСС и ЭКГ как правило ведется в непрерывном режиме. Программа функционирования прибора загружается из компьютера (программа MediBase). При загрузке плана измерений вводятся также фоновые (эталонные) значения контролируемых параметров, измеренные при нормальных условиях без нагрузок. В результате этого прибор проводит измерения не только согласно плану загрузки, но и является своеобразным детектором стрессовых ситуаций для пациента, предоставляя медикам ценную информацию о поведении сердечно-сосудистой системы человека в стрессовых ситуациях. Фиксируя отклонения одного из параметров, регистратор в автоматическом режиме одновременно измеряет и другие параметры.

Полученные данные в программе MediBase комбинируют в различные группы данных, что позволяет получать такие системные характеристики, как

тахограмма, графики Лоренца (объемный и простой), числовые и графические данные максимальных, минимальных и средних значений АД, ЧСС и двойной производной, полученных в активном, пассивном и специальном режимах.

Некоторые фрагменты данных, снятых регистратором Cardio Tens-01, а также снимки ландшафта, были переданы в ИЭС с горы Тросцян (высота 1232 м) в районе станции Славское Закарпатской области, оттуда медицинские данные были переадресованы на удаленный сервер в Институт сердечно-сосудистой хирургии АМН Украины для обработки.

Таким образом, всю необходимую диагностику, контроль качества технологических процессов и работоспособность персонала можно контролировать с удаленных серверов, что значительно сокращает время, необходимое для принятия решений.

С помощью модулей технической поддержки импульсных технологий можно в реальном времени осуществлять передачу данных от разных типов датчиков, а также различной видеoinформации, например,

результаты визуального-оптического контроля сварных соединений, разрезаемых изделий или данные рентгенографии.

В аварийных ситуациях наличие таких модулей у оперативных групп позволяет передавать на удаленный сервер полную информацию с места событий, используя сотовую связь или спутниковые каналы связи, что значительно сокращает время принятия решений экспертами, могущими находиться в произвольном месте. Передача информации на удаленный сервер позволяет принимать решение экспертами путем проведения интернет-конференций. Амплитудные и временные разрешающие способности существующих аналого-цифровых преобразователей полностью согласуются с датчиками физических величин.

Все оборудование для комплексного контроля технологических процессов и состояния здоровья персонала имеет небольшую массу и габаритные размеры и может работать с одного базового портативного компьютера, имеющего заданное число каналов. ■ #235

КОНЦЕНТРАТ ПЛАВИКОВОГО ШПАТА

ФФС-95

для производства
сварочных материалов
(ГОСТ 4421-73)

*Поставки контейнерами 3 и 5 т
и вагонами. Упаковка:
однотонные контейнеры МКР.*

ООО Компания «Мария-Трэйд»
г. Екатеринбург (3432) 658-657, 658-658
E-mail: framat@sc.usmga.ru

ЗАПОРОВСКАЯ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

«ОРНИТОФ»

- ✦ РАЗРАБОТКА прогрессивных технологий в области плазменного напыления и наплавки проволоками сплошного сечения и порошковыми, изготовление и внедрение у заказчика оборудования для плазменного напыления и наплавки
- ✦ ИЗГОТОВЛЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ покрытых электродов для сварки нержавеющей сталей, цветных металлов и сплавов
- ✦ ВЫПОЛНЕНИЕ КОМПЛЕКСА РАБОТ по напылению упрочняющих, защитных и декоративных покрытий на различные детали механизмов и машин
- ✦ НАПЫЛЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ на графитированные электроды для дуговых печей



Украина, 69035, г. Запорожье,
пр. Ленина, 170 Б, кв. 48
Тел./ф.: (0612) 13 41 32 (приемная)
13 52 00 (электроды)
34 14 18 (оборудование, плазма)

Технологические приемы электронно-лучевой сварки

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, Инновационный центр «Технологии и материалы» (Киев)

Высокое качество сварных соединений в изделиях достигается с помощью оптимальных конструктивных решений и технологических приемов сварки, выбор которых должны осуществлять совместно технолог-сварщик и проектант изделия. Критерием окончательного выбора при этом является наиболее низкая стоимость технологии сварки.

Качество шва при электронно-лучевой сварке, как и при любом способе сварки плавлением, определяется совокупностью заданных технологических и энергетических параметров процесса. Неправильный выбор способа сварки, режима или нарушение оптимального режима электронно-лучевой сварки приводят к появлению дефектов в швах даже на хорошо свариваемых материалах. Поэтому знание арсенала технологических приемов и их областей применения является необходимым квалификационным требованием к технологам-сварщикам.

Целью выбора технологических приемов сварки электронным пучком должна быть не только минимальная стоимость процесса, но и то, чтобы эта технологическая операция была финишной сборочной.

Классификация технологических приемов сварки и ремонта швов электронным пучком. По степени изученности и применяемости известные технологические приемы сварки можно разделить на три группы.

К первой относятся наиболее изученные и широко применяемые в промышленности приемы: развертка и наклон электронного пучка; модуляция тока электронного пучка; подача присадочного материала; применение подкладок; сварка смещенным и расщепленным электронным пучком; выполнение при-

хваток, предварительных и «косметических» проходов; сварка секциями.

Вторая группа включает приемы, хорошо изученные в лабораторных условиях, но не получившие пока практического применения: «тандемная» сварка; сварка в узкий зазор; сварка «пробковыми» швами.

В третью группу входят приемы, целесообразность или возможность реализации которых недостаточно обоснована: оплавление корневой части шва «проникающим» электронным пучком; осцилляция уровня фокусировки электронного пучка; применение флюсов; сварка с использованием широкой вставки; сварка с дополнительной теплоотводом; двусторонняя сварка; вибрация свариваемого изделия; ввод ультразвуковых колебаний в сварочную ванну.

По типам физического воздействия технологические приемы делят на четыре группы: управление пространственно-энергетическими параметрами электронного пучка (периодическое и статическое отклонение, модуляция токов электронного пучка и фокусирующей линзы); применение дополнительных конструктивных элементов и материалов (подкладки, вставки, накладки, наплавки, теплоотводящие элементы, присадки, флюсы); специальные сварные швы (дополнительные проходы, прерывистые швы, дополняющие швы); механическое воздействие на сварочную ванну (вибрация изделия, ввод ультразвуковых колебаний).

Вспомогательные операции.

Прихватки на стыке целесообразно выполнять с помощью электронного пучка (особенно для ферромагнитных материалов), так как дуговая сварка в этом случае приводит к намагничиванию изделия. Порядок наложения прихваток вдоль стыка — от середины к краям. Количество прихваток определяется конструкцией свариваемого изделия. Длина прихватки обычно не должна превышать 20–30 мм, чтобы обеспечивать надежную работу системы слежения за стыком.

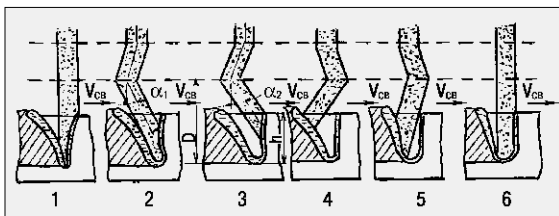
С целью уменьшения газонасыщенности и концентрации неметаллических примесей в зоне сварки иногда выполняют вначале «неполную» сварку (предварительный проход) с глубиной проплавления, меньше требуемой глубины шва. Возможно применение и нескольких таких проходов с последовательным увеличением глубины проплавления.

Основные приемы. К числу наиболее изученных и распространенных приемов сварки относятся следующие: полное проплавление, развертка и наклон электронного пучка, сварка с присадкой, сварка с подкладкой, сварка смещенным и расщепленным электронным пучком, модуляция тока электронного пучка.

Полное проплавление позволяет исключить корневые дефекты, свести к минимуму угловые деформации и вероятность появления пор и раковин.

Для технологической развертки электронного пучка наиболее эффективны такие типы траекторий: окружность, эллипс, дуга (продольная и поперечная). Формирование при развертке усредненного распределения плотности мощности электронного пучка поперек направления сварки с «провалом» в присоединительной области уменьшает амплитуду корневых пиков и расширяет корень сварного шва. При радиусе закругления корня сварного шва 1–1,5 мм (для глубины проплавления 10–80 мм) и 2–4 мм (для глубины проплавления 100–200 мм) вероятность появления корневых дефектов минимальная. Двойное преломление электронного пучка при развертке позволяет существенно увеличить угол его отклонения относительно оси по сравнению с однократным преломлением при сохранении той же ширины сварного шва в его верхней части. Частоту развертки электронного пучка рекомендуют выбирать в диапазоне 100–500 Гц для сталей и 500–1000 Гц для алюминиевых и титановых сплавов. Поперечные размеры траектории развертки оптимальны в диапазоне 1–1,5 мм. Скорость движения электронного пучка

Рис. 1. Последовательность операций отклонения электронного пучка



вдоль траектории развертки желателно поддерживать постоянной: 600–800 мм/с для сталей и 2000–2500 мм/с для алюминевых и титановых сплавов.

Сварка двумя электронными пучками (тандемом) листовых металлов толщиной ≤10 мм позволяет резко (в 5–7 раз) повысить скорость сварки при увеличении общей мощности источников сварочного нагрева на 20–25%. При этом достигается лучшее качество сварного шва.

Постоянный наклон при сварке электронного пучка в направлении его перемещения по изделию на угол 5–7° (но иногда и до 20°) предотвращает S-образную форму фронта кристаллизации сварочной ванны и тем самым резко снижает пористость и вероятность возникновения раковин, а также исключает бугристость сварного шва.

Сварку с присадкой используют для предотвращения неполномерности шва (при больших зазорах в стыке) или поддержания в металле заданной концентрации легкоиспаряемых элементов. В качестве присадки применяют в основном проволоку диаметром 0,8–1,2 мм, подаваемую в сварочную ванну позади электронного пучка под углом 15–45° к его оси или укладываемую на стык перед зоной сварки.

При сварке на подкладке обеспечивается выведение корневых дефектов из несущей части соединения, причем подкладка может быть как удаляемой, так и неудаляемой. Для улучшения выхода газов и паров из сварочной ванны и снижения трудоемкости удаления можно использовать подкладку в виде гранул или рубленой сварочной проволоки. С помощью подкладки из керамики можно добиться исключения финишной обработки корня шва.

При сварке разнородных металлов электронный пучок смещают в сторону более тугоплавкого металла, а при сварке-пайке — в сторону менее тугоплавкого металла. Смещение электронного пучка применяют и для компенсации его отклонения от стыка продольной составляющей магнитного поля, возникающего при сварке разнородных материалов.

Используя импульсное знакопеременное отклонение электронного пучка, можно одновременно сваривать отдельными точками или непрерывными швами два или более близко расположенных стыка на тонколистовых (до 3 мм) материалах.

Для уменьшения тепловложения при сварке малогабаритных тонкостенных из-

делий и для выполнения точечной сварки используют импульсную модуляцию тока электронного пучка с частотой до 400 Гц.

Для расширения номенклатуры марок материалов, свариваемых с помощью электронного пучка, применяют электронно-лучевую наплавку и электронно-лучевое оплавление стыкуемых поверхностей. На поверхности деталей со стороны будущего сварного соединения наплавляют слои хорошо свариваемого материала толщиной до 10 мм, которые и сваривают после механической обработки. Оплавлением с помощью быстросканирующего электронного пучка стыкуемых поверхностей на глубину 4–8 мм достигается рафинирование исходного материала в зоне будущего сварного шва и, тем самым, значительно снижается или исключается дефектность (прежде всего пористость) шва.

Предотвращение корневых дефектов при сварке с двойным преломлением электронного пучка.

Данный прием предназначен для получения сварных швов с параллельными боковыми границами и широким корнем.

Сварку проводят повторяющимися циклами, состоящими из трех этапов. Вначале сварку осуществляют неотклоненным электронным пучком, а затем — при поочередном его отклонении с помощью двойного преломления вперед и назад по отношению к направлению перемещения зоны сварки. Этап сварки с отклонением электронного пучка производится вначале с направлением электронного пучка на новое дно сварочной ванны и последующим плавным перемещением его на переднюю верхнюю кромку ванны, затем с выбросом электронного пучка на заднюю верхнюю кромку ванны и последующим плавным перемещением его на дно ванны. Одновременно осуществляют сканирование электронного пучка по траектории, являющейся дугой окружности или эллипса и обращенной выпуклостью в сторону отклонения электронного пучка, что и позволяет получить сварочную ванну цилиндрической формы. Время сварки неотклоненным электронным пучком определяют так, чтобы, перемещаясь со скоростью сварки $V_{св}$, пучок проходил расстояние, равное радиусу r_e своего поперечного сечения на уровне свариваемых изделий: $t_1 = r_e/V_{св}$.

Суммарное время отклонения t_2 в переднюю и хвостовую части ванны выби-

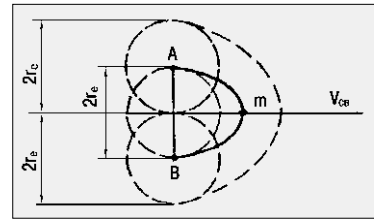


Рис. 2. Траектория сканирования электронного пучка в плоскости поверхности свариваемого изделия

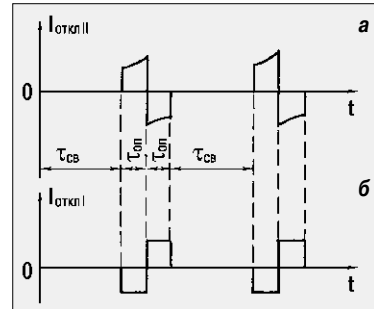


Рис. 3. Диаграммы изменения токов в отклоняющей системе электронной пушки: а — на втором уровне преломления; б — на первом уровне преломления

рают равным или меньше времени затекания пародинамического канала в сварочной ванне: $t_2 = \tau_{оп} + \tau_{он} \leq \sqrt{\rho_{ж}} r_0^3 / \sigma$, где $\tau_{оп}$ — время отклонения электронного пучка вперед; $\tau_{он}$ — время отклонения электронного пучка назад; $\rho_{ж}$ — плотность расплава; σ — коэффициент поверхностного натяжения расплавленного металла.

Максимальный и минимальный углы отклонения электронного пучка от его оси в неотклоненном положении определяют соответственно из выражений $\text{tg}\alpha_2 = 2r_e D/h(D-h)$ и $\text{tg}\alpha_1 = 2r_e/h$,

где α_2 — максимальный угол отклонения электронного пучка; α_1 — минимальный угол отклонения электронного пучка; D — расстояние от последнего уровня преломления электронного пучка до дна сварочной ванны; h — глубина проплавления. Сканирование электронного пучка осуществляется по траектории с поперечным размером, равным диаметру поперечного сечения электронного пучка на уровне свариваемых изделий.

Последовательность операций показана на рис. 1.

На рис. 2 показана траектория дополнительного сканирования электронного пучка в отклоненном положении, где AmB — дуга, по которой производится сканирование. Длина хорды АВ равна $2r_e$. На рис. 3 представлена диаграмма изменения во времени токов в отклоняющих системах электронной пушки.

Операции, выполняемые электронным пучком, направлены на то, чтобы создать сварочную ванну цилиндрической формы с круговым или эллиптическим сечением с помощью расплавления

Технологические приемы электронно-лучевой сварки

той части металла, которая составляет разницу между конической и цилиндрической формами ванны с равными сечениями на верхнем уровне. Такое дополнительное расплавление осуществляют увеличением угла встречи электронного пучка с передней или задней стенкой пародинамического канала в сварочной ванне по сравнению с предыдущим равновесным состоянием.

Вначале электронный пучок отклоняют на дно сварочной ванны и с увеличивающейся скоростью (так как уменьшается толщина слоя металла между конической и цилиндрической формами ванны) перемещают на переднюю верхнюю кромку ванны. Затем электронный пучок перебрасывают на заднюю верхнюю кромку сварочной ванны и с уменьшающейся скоростью опускают на ее дно. Такой порядок отклонения электронного пучка сохраняет существующее при обычной сварке направление переноса расплавленного металла.

Разработанный прием электронно-лучевой сварки позволяет максимально снизить вероятность образования корневых и других дефектов и получить шов с высоким качеством при минимальных деформациях свариваемого изделия.

Стыковая сварка разнородных металлов. Обычно для стыковой сварки разнородных металлов характерно смещение электронного пучка в сторону более тугоплавкого металла (собственно сварка) или в сторону более легкоплавкого металла (сварка-пайка). При этом сложно выполнять слежение за стыком.

Для осуществления сварки с точным ведением электронного пучка по линии

стыка разработан технологический прием сварки с импульсно-точечной разверткой (рис. 4), при котором ось электронно-оптической системы электронной пушки, ось развертки и плоскость стыка совмещены.

Движение электронного пучка начинается из точки N, например, влево от оси X по траектории 1. Переместившись с заданной скоростью сканирования $V_{СК}$ на расстояние $2r_e$ до точки А, электронный пучок мгновенно перебрасывается по траектории 2 в симметричное относительно оси X положение (точку В) на заданном контуре. Далее электронный пучок снова перемещается со скоростью $V_{СК}$ на расстояние $2r_e$ (до точки С), а затем перебрасывается в симметричное положение (точку D). Далее процесс движения электронного пучка повторяется до тех пор, пока электронный пучок не достигнет конечной точки К заданного контура, после чего электронный пучок мгновенно перебрасывается в начальную точку N. Таким образом, осуществляется одновременное формирование зон нагрева на обеих половинах заданной траектории сканирования электронного пучка, симметричных относительно плоскости симметрии сварочной ванны.

Как видно из рис. 4, зоны нагрева между точками А и D, N и В, С и F формируются практически непрерывно, так как поперечные сечения электронного пучка соприкасаются при выбранном периоде его переброса $T = 4r_e/V_{СК}$. При меньшем периоде «следы» поперечного сечения электронного пучка будут перекрываться, обеспечивая еще большую равномерность нагрева свариваемого металла. Следовательно, период всегда выбирают из условия $T \leq 4r_e/V_{СК}$. Для формирования симметричного нагрева металла на обеих половинах заданной траектории сканирования при сварке однородных металлов необходимо, чтобы время пребывания электронного пучка в каждом из отклоненных положений было одинаковым, т. е. равным $T/2$.

При сварке разнородных материалов соотношение времен пребывания электронного пучка в каждом из отклоненных положений определяют соотношением количества теплоты, необходимой для расплавления каждого из металлов, т. е. $T = \tau_1 + \tau_2$; $\tau_1/\tau_2 = C_1 \rho_1 T_{пл1}/C_2 \rho_2 T_{пл2}$, где индексы 1 и 2 относятся к разным металлам; τ — время пребывания электронного пучка в отклоненном положении;

$T_{пл}$ — температура плавления металла.

При этом, как видно из рис. 4, для обеспечения непрерывности формирования зон нагрева необходимо, чтобы время паузы на более легкоплавком металле, которое равно времени пребывания электронного пучка в отклоненном положении на более тугоплавком металле, не превышало $2r_e/V_{СК}$: $\max[\tau_1, \tau_2] \leq 2r_e/V_{СК}$.

Одновременное формирование симметричных относительно направления сварки зон нагрева на заданной траектории сканирования обеспечивает симметричный отток расплавленного металла от мест непосредственного воздействия электронного пучка. Поскольку перенос расплава происходит в направлении, обратном направлению перемещения электронного пучка, то при движении пучка от точки N к точке К и создается поток расплава, имеющий то же направление, что и при сварке неотклоненным электронным пучком. Таким образом, при сварке разнородных металлов обеспечивается симметричное движение расплава в сварочной ванне, повышается ее устойчивость и тем самым уменьшается вероятность образования дефектов сварного шва гидродинамического характера, а также обеспечивается возможность работы системы слежения за стыком.

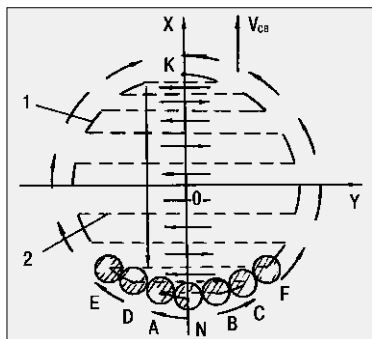
Сканирование фокуса электронного пучка. В этом хорошо известном технологическом приеме нужно лишь отметить эффект нелинейности колебаний фокуса, который часто не учитывают пользователи.

Колебания уровня фокусировки электронного пучка относительно некоторого среднего значения осуществляются модуляцией тока электромагнитной линзы.

Простая синусоидальная модуляция тока линзы приводит к намного более сложному закону колебания уровня фокусировки электронного пучка. Это обусловлено нелинейными свойствами электромагнитной линзы как преобразователя колебаний тока в колебания фокуса электронного пучка. В спектре колебаний состояния b появляется бесконечное число гармоник с частотами, кратными основной частоте модуляции, и с амплитудами, убывающими с увеличением номера.

Лишь при малой амплитуде модуляции продольные колебания минимального сечения электронного пучка близки по форме и частоте к модулирующим ток линзы, но сдвинуты по фазе на 180° . Не-

Рис. 4. Схема импульсно-точечной развертки электронного пучка: 1 — траектория точечной развертки; 2 — траектория импульсной переброски пучка; А, В, С, D, E, F — точки развертки



линейность линзы приводит и к появлению постоянной составляющей в колебаниях уровня фокусировки. Тем самым нарушается статическая фокусировка электронного пучка, а именно расстояние b_0 изменяется на $\Delta = b_0^2 f_0^{-1} (2b_0 f_0^{-1} - 1) \theta^2 + \dots$. Обычно $b_0 \geq f_0$, поэтому $b_0' = b_0 + \Delta > b_0$, где b_0 — среднее расстояние от середины фокусирующей линзы до уровня фокусировки электронного пучка; f_0 — среднее фокусное расстояние линзы; θ — коэффициент модуляции ($\theta < 1$); b_0' — значение b_0 в режиме модуляции.

Начало и окончание шва. Плавное начало и окончание шва с постоянной скоростью сварки. При несквозном и сквозном проплавлении металлов толщиной до 60 мм предотвращение возникновения внешних дефектов достигается при плавном нарастании или спаде мощности электронного пучка на длине стыка, превышающей глубину шва не менее чем в два раза. Поскольку геометрия и качество шва сильно зависят от уровня фокусировки электронного пучка по отношению к глубине проплавления, то при изменении мощности электронного пучка в начале и конце сварки необходимо, по крайней мере, поддерживать постоянным расстояние между минимальным поперечным сечением электронного пучка и дном сварочной ванны. Если распределение плотности мощности электронного пучка не обеспечивает предотвращение корневых дефектов, то минимальное сечение электронного пучка в процессе изменения его мощности необходимо удалять от корня проплавления. При этих операциях нужно учитывать, что регулирование мощности изменяет положение минимального сечения электронного пучка из-за проявления магнитного пинч-эффекта. В случае применения развертки электронного пучка параметры ее необходимо изменять в зависимости от мощности пучка.

Полное изменение тока фокусирующей линзы электронной пушки за время замыкания сварного шва

$$\Delta I_M = \delta I_M^{(n-3)} + \delta I_M^{(n)},$$

$$\delta I_M = - [a I_{M0} / 2b_0 (a + b_0)] \delta b,$$

где $\delta I_M^{(n-3)}$ — изменение тока фокусирующей линзы для компенсации влияния магнитного пинч-эффекта электронного пучка; $\delta I_M^{(n)}$ — изменение тока фокусирующей линзы для обеспечения заданного положения фокуса электронного пучка; δb — необходимое изменение

положения фокуса электронного пучка; индекс 0 соответствует параметрам до начала замыкания сварного шва.

Плавное окончание шва с переменной скоростью сварки. Для сокращения длины участка окончания шва следует одновременно с плавным уменьшением мощности электронного пучка плавно уменьшать скорость сварки до нуля. Это позволяет снизить перегрев свариваемых деталей при перекрытии замкнутого шва небольшой длины и предотвратить возможное разупрочнение зоны термического влияния.

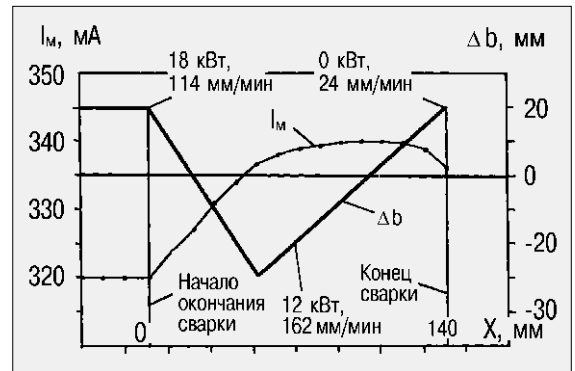
Такой способ реализован при сварке со сквозным проплавлением. С помощью системы автоматического регулирования поддерживается постоянным значение сквозного тока электронного пучка на участке окончания шва до тех пор, пока скорость сварки не станет равной нулю. Затем мощность электронного пучка быстро уменьшают до нуля.

Для сварки сталей толщиной ≥ 100 мм разработан прием окончания шва с линейным увеличением в 2,1 раза скорости сварки (мощность электронного пучка уменьшается линейно) и кусочно-линейным изменением положения фокуса электронного пучка (рис. 5). Такое изменение $V_{св}$ в данном случае связано с тем, что оптимальная скорость сварки увеличивается с уменьшением глубины проплавления.

Начало и окончание шва при нулевой скорости сварки. При сварке толстолистовых металлов электронный пучок можно включать и/или выключать при попадании его в отверстие на стыке. Отверстие выполняют предварительно либо электронным пучком повышенной мощности, либо механически. После сварки основного участка стыка отверстие заполняют в нижнем положении с помощью присадочного материала в виде сплошной или рубленой проволоки, расплавляемой сканирующим по окружности электронным пучком мощностью 5–7,5 кВт. Описанный прием можно применять и при сварке металлов средних толщин.

Возможно также плавное (во времени) окончание шва при нулевой скорости сварки без предварительно подготовленного отверстия и подачи присадочного материала. Такой прием эффективен при сварке титановых сплавов.

Приемы ремонта сварного шва. Широкое применение электронно-луче-



вой сварки для соединения толстолистовых металлов повлекло за собой и развитие способов ремонта шва, так как вероятность возникновения дефектов с ростом глубины проплавления увеличивается. Разработано несколько приемов устранения как внешних, так и внутренних дефектов сварного шва.

«Косметические» проходы электронным пучком пониженной мощности выполняют для устранения неровностей на поверхности шва (как с лицевой, так и с обратной сторон), небольших кратеров и подрезов. Иногда этот прием используют с целью термообработки сварного соединения. В ряде случаев проходы выполняют с подачей цельной присадочной проволоки (в любом пространственном положении) либо рубленой (в нижнем положении). Наименьшая вероятность образования корневых дефектов обеспечивается при использовании поперечной пилообразной развертки или сильно расфокусированного электронного пучка. При этом достигается и весьма гладкая поверхность оплавленного шва, особенно на титановых сплавах.

Повторный проход применяют для ремонта внутренних дефектов сварного шва, выявляемых неразрушающими методами контроля. При этом режим сварки либо повторяют, либо стремятся несколько расширить литую зону.

Вварку «пробок» применяют для устранения непротяженных дефектов сварного шва (например, типа «кратер»). На глубину залегания дефекта сверлят отверстие, в которое затем вставляют «пробку» из того же материала. Далее «пробку» вваривают путем проплавления электронным пучком на всю глубину сварного шва. Для толстолистовых металлов часть «пробки», выступающую над поверхностью сварного шва, предварительно оплавляют. ■ #236

Рис. 5. График изменения тока I_M фокусирующей линзы и положения Δb фокуса электронного пучка относительно поверхности изделия при окончании сварного шва на стали 12CrMo (типа 12Х8) толщиной 100 мм

Современные сварные конструкции из труб при строительстве Международного выставочного центра в Киеве

В. А. Ковтуненко, А. Г. Синеок, А. М. Герасименко, А. А. Петрученко, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины (Киев), М. Н. Пальчик, АО «УкрНИИПСК» (Киев), С. В. Радько, АО «Укрстальконструкция» (Киев), Е. П. Лукьяненко, АО «Днепропетровский завод металлоконструкций им. И. В. Бабушкина»

Не часто за нашу недолгую творческую жизнь приходится принимать участие в создании интересных, уникальных сооружений. Именно таким сооружением и является «Международный выставочный центр» в Киеве на Броварском шоссе возле станции метро «Левобережная». На территории бывшей Никольской слободки, при поддержке Киевской городской государственной администрации, создается огромный комплекс, включающий два выставочных павильона, один торгово-развлекательный, гостинично-офисный комплекс, рестораны и другие здания общественного назначения.

Реализовывать этот уникальный проект будут в три этапа:

- **первый** — выставочный комплекс. Площадь застройки первого выставочного павильона 12 268 м². Общая площадь помещений 25 617 м²;
- **второй** — торгово-развлекательный комплекс с сопутствующей инфраструктурой. Площадь застройки 13 520 м². Общая площадь помещений 23 690 м²;
- **третий** — офисно-гостиничный комплекс. Площадь застройки 13 382 м². Общая площадь помещений 56 667 м². Количество этажей 48.

Строительство начато в марте 2001 г. На сегодняшний день сооружается наземная часть здания первого пускового комплекса. Авторы проекта комплекса — архитекторы Я. Я. Виг и Э. А. Сафронов (АТ «Киев-проект»). Главный инженер проекта по металлоконструкциям — М. Н. Пальчик (УкрНИИпроект-стальконструкция). Основные металлоконструкции изготавливали на АО «Днепропетровский завод металлоконструкций им. И. В. Бабушкина». В настоящее время монтаж металлоконструкций заканчивает ОАО «Укрстальконструкция» (генеральный директор С. В. Радько). Институт электросварки им. Е. О. Патона, имея большой научный опыт создания металлических конструкций из труб, на

этапе проектирования оказывал консультативную помощь, разрабатывал технологию сборочно-сварочных работ при изготовлении и монтаже трубчатых металлоконструкций покрытия и осуществлял авторский надзор при их внедрении.

О создании металлических конструкций выставочного павильона и пойдет дальше речь. Общая масса металлоконструкций порядка 500 т, а перекрывают они площадь свыше 13 000 м². Такой малый расход металла получен благодаря оригинальной конструктивной схеме покрытия, применению замкнутых профилей круглого и прямоугольного сечений (круглых и прямоугольных труб) и преимущественно бесфасоночного непосредственного примыкания элементов в узлах.

Конструкция является системой решетчатых ферм пролетом 24, 35 и 54 м, опирающихся на шесть основных центральных колонн диаметром 0,92 м каждая.

Отечественная и зарубежная практика строительства показывает, что применение труб оправдано там, где их используют взамен традиционных сечений, выполненных из парных или одиночных уголков. Эффективность возрастает с увеличением гибкости элементов из прокатных профилей. Целесообразность применения труб повышается при наличии повышенных архитектурных или санитарно-гигиенических требований к конструкциям. Трубчатые конструкции обладают повышенной коррозионной стойкостью (при условии герметизации внутренней полости труб), обусловленной относительно меньшей площадью поверхности, подвергающейся коррозии, и лучшей обтекаемостью по сравнению с профилями открытого сечения, а также доступностью для очистки и окраски. Следствием этого свойства является повышение долговечности конструкции и снижение эксплуатационных расходов на их очист-

ку и окраску. Именно эти преимущества успешно реализуются в конструкциях строящегося выставочного павильона.

В плоскости ферм узлы образуются непосредственным примыканием труб друг к другу, без промежуточных деталей-фасонок. Связи, прогоны и другие промежуточные элементы, объединяющие фермы в каркас, крепят с применением высокопрочных болтов или сварки.

Следует отметить, что при проектировании конструкций были глубоко продуманы вопросы изготовления и монтажа. Задача состояла в том, чтобы на монтаж поступали конструкции максимальной заводской готовности с высокой точностью изготовления, что должно обеспечить сокращение сроков монтажа. И это было достигнуто подготовкой производства, организацией сборки и сварки в кондукторах, на стендах и, наконец, контрольной сборкой основных ферм.

Хорошо налаженный контроль сборочно-сварочных работ при изготовлении на заводе и участие в нем специалистов Института электросварки им. Е. О. Патона практически исключили малейшие исправления или устранение дефектов во время монтажа.

В конструкциях использовали бесшовные горячедеформированные трубы из стали 20 по ГОСТ 8731; 8732. Для листовых элементов (фасонки, воротники жесткости и т. п.) применяли листовой прокат из стали С245 по ГОСТ 27772.

При изготовлении конструкций для сборки (прихватки) применяли электроды типа Э42А марки УОНИ-13/45. На заводе механизированную сварку осуществляли в смеси газов (75% аргона + 25% углекислого газа) проволокой сплошного сечения марки Св-08Г2С по ГОСТ 2246. В монтажных условиях использовали электроды типа Э42А марки УОНИ-13/45 по ГОСТ 9466 диаметром 3,0–4,0 мм.

В качестве основных сварных соединений при изготовлении конструкций были выбраны соединения трубчатых элементов в узле с непосредственным примыканием элементов друг к другу — бесфасоночные узлы (рис. 1). На заводе линию сопряжения элементов решетки с поясами в зависимости от соотношения диаметров, угла наклона элемента и толщины его стенки выполняли с одновременным образованием разделки кромок на установке «Ріком-2», причем прирезку элементов производили одновременно с двух сторон.

В дальнейшей обработке кромок при сборке и сварке не было необходимости. Геометрические параметры бесфасоночных узлов приведены на рис. 2.

Стыковку трубчатых элементов производили с применением остающихся подкладных колец, материалом для которых служила толстолистовая углеродистая сталь обыкновенного качества ($\delta = 3...4$ мм ст. 3сп) по ДСТУ 2651-94 (ГОСТ 380-94). Подкладка (рис. 3) имела отгиб для облегчения сборки стыка и подгонки трубчатых элементов. При выполнении ломаного стыка труб подкладка имела бочкообразную форму. Стык остающейся подкладки выполняли с полным проваром, а усиление снимали заподлицо. Зазор между остающейся подкладкой и внутренней поверхностью стыкующихся труб не должен был превышать 1 мм. Остающуюся подкладку подгоняли к одной из стыкующихся труб и прихватывали к кромке с наружной стороны. Для стыков, выполняемых на монтаже, отдельные прихватки заменяли кольцевым швом сечением 3-4 мм. Прихватка к подкладке с внутренней поверхности трубы не допускалась.

Остальные параметры кольцевого стыка видны из рис. 3. Заполнение разделки кромок вели ниточными швами. Приведенные требования исключили возможность образования в корне стыкового шва трещин типа «усов».

Для монтажных соединений также была использована конструкция стыка с накладками в виде муфт. Накладки в стыках труб диаметром до 140 мм, выполняемых при монтаже, имели два выреза по периметру муфты. При больших диаметрах применяли лепестки с четырьмя вырезами — четырехлепестковые муфты (рис. 4).

Расстояния между трубчатыми элементами, стыкуемыми с помощью муфт, составляло не менее 40 мм.

Для выполнения соединений муфт был принят следующий порядок сварки. Первыми выполняли продольные стыковые швы, соединяющие полумуфты. Затем — угловые швы на торцах муфт. На вершинах выступов и впадин катеты швов приближались к соотношению 1:2. Это существенно снизило концентрацию напряжений.

В конструкции применяли и фланцевые соединения. Сборка отравочных элементов в кондукторах и выполнение контрольной сборки обеспечили высокую точность геометрических размеров, что существенно облегчило и ускорило сборку конструкций при монтаже.

Большое внимание уделяли герметизации внутренних полостей труб. По концам элементов на некотором расстоянии внутри приваривали заглушки. С целью исключения щелевой коррозии нахлесточные соединения обваривали по периметру, герметизируя таким образом соединение.

Конструкции с применением труб относятся к категории специальных. Требования к изготовлению, монтажу и контролю соединений не всегда совпадают с общепринятыми требованиями СНиП 111-18-75, СНиП 3.03.01-87. В связи с этим при проектировании, изготовлении и монтаже специалисты выдвигали специальные, дополнительные требования, учитывающие особенности завода-изготовителя, проекта производства работ и монтажной организации.

Все сварочные работы выполняли квалифицированные специалисты, имеющие разрешение на сварку неповоротных стыков труб. Постоянное участие инженерно-технических работников в выполнении технологических операций на всех стадиях передела обеспечило высокое качество металлических конструкций. На рис. 5 показан монтаж металлоконструкций павильона.

Авторский надзор, осуществленный проектировщиками, специалистами Института электросварки и представителями заказчика, обеспечил выполнение всех работ в соответствии с проектно-нормативной документацией.

Строительство первого выставочного павильона будет завершено в октябре текущего года, и его торжественным открытием станет международный выставочный форум «Производство и защита-2002».

■ #237

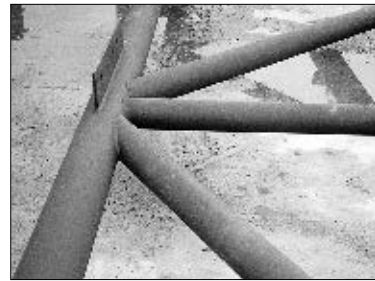


Рис. 1. Бесфасоночный узел фермы

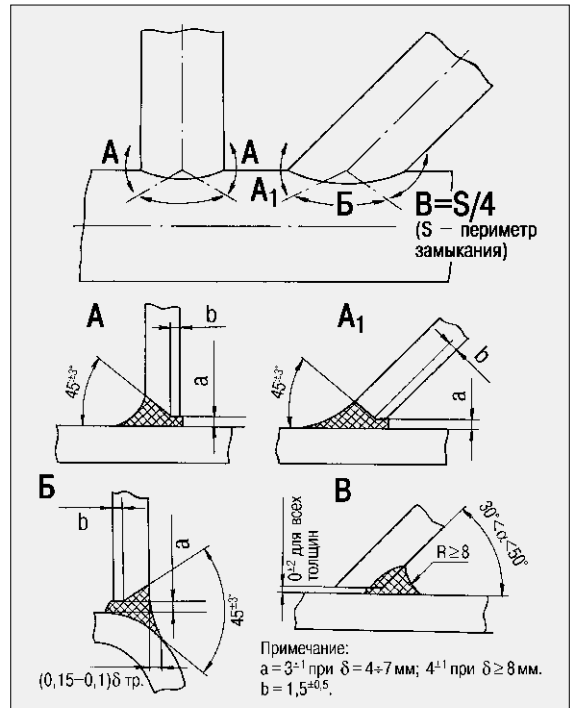


Рис. 2. Геометрические параметры бесфасоночных узлов

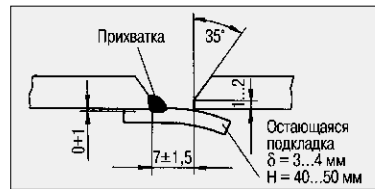


Рис. 3. Геометрические параметры кольцевого стыка труб

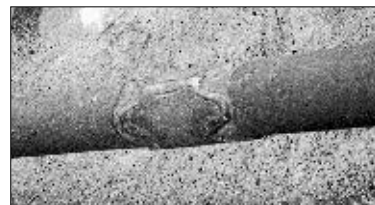


Рис. 4. Монтажный стык на муфтах



Рис. 5. Монтаж металлоконструкций

АРКСЭЛ – новый производитель сварочных материалов в Украине

А. Н. Алимов, инж., ООО «АРКСЭЛ» (Донецк)

Подавляющее большинство производителей сварочных материалов в Украине выпускали и выпускают электроды и сварочную проволоку в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, действовавшей в СССР. Поэтому большая часть технических характеристик отечественных сварочных материалов (например, маркировка каждого электрода, разнотолщинность покрытия, упаковка электродов, состояние поверхности проволоки, подача проволоки и ее жесткость, допуски по диаметру и др.) отличаются от требований международных стандартов, из-за чего украинские производители проигрывают в конкурентной борьбе зарубежным производителям.

Вместе с тем известно, что западно-европейские, американские, японские, а теперь уже и корейские, китайские, турецкие производители сварочных электродов и проволоки уделяют первостепенное внимание комплексу потребительских характеристик своей продукции с учетом не только действующих стандартов, но и пожеланий покупателей.

В Украине заметно растет спрос на сварочные материалы в машиностроении, нефтегазовом комплексе, энергетике, судостроении. Часто для выполнения отечественных и зарубежных заказов сварных металлоконструкций ответственного назначения приходится закупать импортные сварочные материалы за пределами Украины для надежного обеспечения комплекса технических и эксплуатационных характеристик готовых изделий.

В 1999 г. акционерами ОАО «Завод «Универсальное оборудование» (крупнейший в СНГ производитель порошковых проволок для внепечной обработки чугуна и стали) было принято решение создать производство специальных сварочных электродов и порошковых проволок.

В рамках инвестиционного проекта «Создание в Донецке предприятия по производству сварочных материалов специального назначения» в конце 2000 г. было основано предприятие «АРКСЭЛ», которое в начале 2001 г. приступило к производству электродов и порошковых проволок.

При выборе технологической схемы изготовления продукции, закупках и компоновке оборудования творческий коллектив технологов и специалистов ОАО «Завод «Универсальное оборудование» и ООО «АРКСЭЛ» ориентировались на производство широкой номенклатуры электродов диаметром 2,5–5 мм партиями от 1 до 10 т (до 50 марок) и небольшой номенклатуры порошковых проволок диаметром 1,2–2,0 мм крупными партиями от 10 до 50 т (3–5 марок). В настоящее время предприятие «АРКСЭЛ» имеет производственные мощности для изготовления электродов и порошковых проволок, аналитическую испытательную лабораторию, комплекс оборудования для изготовления опытных партий указанных сварочных материалов и подготовки их производства.

В отделении подготовки сырьевых материалов готовят порошкообразные шихтовые компоненты, выполняют дозирование и сухое смешивание. В термическом отделении в трехстендовой колпаковой печи осуществляют термообработку ленты или проволоки в защитной атмосфере. В отделении жидкого стекла производят разварку силикатной глыбы, отстаивание и подготовку к использованию (перемешивание, корректировка вязкости, модуля, температуры) жидкого стекла.

В отдельном стоящем цехе площадью 1000 м² размещены производственные линии изготовления электродов и порошковой проволоки. Линия изготовления электродов (рис. 1) полностью укомплектована оборудованием киевской фирмы «ВЕЛМА» и выпускает в одну смену около 2 т электродов специального назначения диаметром от 2,5 до 5 мм. Опыт эксплуатации линии в течение одного года показал, что технические параметры оборудования позволяют стабильно производить электроды с основным видом покрытия и разнотолщиной не более 0,05 мм.

Опрессованные электроды после провяливания (остаточная влажность не более 4%) термообработывают в камерных печах (рис. 2). Готовые электроды упаковывают в термоусадочную пленку и картонные коробки (рис. 3).

Комплект технологического оборудования подготовки ленты для изготовления порошковой проволоки включает линию резки и очистки ленты. Изготовление порошковой проволоки разделено на несколько стадий для упрощения управления технологическими параметрами процесса производства, обеспечения стабильности выполнения каждой технологической операции и достижения высокой производительности производства.

Комплекс оборудования для изготовления порошковой проволоки включает:

- линию перемотки ленты на катушки емкостью 1 т;



Рис. 1. Линия изготовления электродов

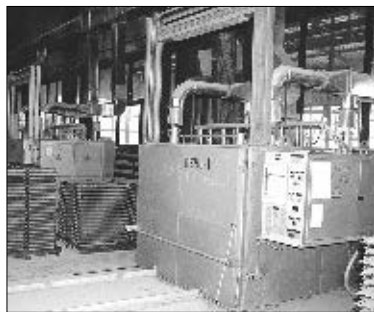


Рис. 2. Термическая обработка электродов

- линию формовки U-образного профиля, заполнения его порошкообразной шихтой (оснащена устройством мониторинга), завальцовки профиля и предварительного волочения трубчатой заготовки на прямоточном волочильном стане до диаметра 2,4–5,0 мм (рис. 4);
- линию повторного волочения проволоки до готового диаметра 1,2–4,0 мм на высокопроизводительном проволочном стане сухого волочения;
- линию перемотки готовой проволоки в бухты массой 25–30 кг или на катушки массой 5 и 15 кг;
- устройство упаковки бухт или катушек с проволокой в термоусаживающую пленку и картонные коробки.

В зависимости от диаметра проволоки и ее назначения набор финишных операций изготовления порошковой проволоки можно видоизменять в соответствии с требованиями заказчика.

Аналитическая испытательная лаборатория предприятия (рис. 5) оснащена оборудованием, приборами и методиками, необходимыми для выполнения требуемого объема входного контроля сырьевых компонентов, контроля и сопровождения технологического процесса, приемосдаточных испытаний готовой продукции. В составе лабораторно-аналитического комплекса работает группа подготовки производства, которая допускает к использованию только те исходные материалы, которые прошли полный эталонный контроль.

При освоении производства электродов специального назначения и порошковых проволок для сварки и наплавки особое внимание уделялось подбору персонала, организации взаимоотношений между подразделениями предприятия, персональной ответственности каждого исполнителя за выполняемую технологическую операцию или принимаемое техническое решение, взаимосвязи с поставщиками сырья и покупателями. Организация всей работы предприятия с самого начала строилась в соответствии с рекомендациями ISO 9001 версии 2000 г. Был подготовлен необходимый для стабильной работы комплект документов — положения о подразделениях, должностные и технологические инструкции, процедуры, методики. Это,

а также соответствующие занятия по подготовке персонала позволили уже через полгода после запуска оборудования приступить к производству продукции хорошего качества. Через год после начала производства электродов и проволоки была подана заявка на добровольную сертификацию системы управления качеством предприятия согласно требованиям ДСТУ ISO 9001:2001 и DIN EN ISO 9001:2000. В апреле 2002 г. успешно проведен аудит системы управления качеством предприятия «АРКСЭЛ» аудиторами УкрСЕПРО и DVS ZERT e.V. (рис. 6).

В настоящее время освоено серийное промышленное производство более 30 марок электродов специального назначения и около 10 марок порошковых проволок. Налажено производство электродов для сварки теплоустойчивых, коррозионностойких и жаростойких сталей для износостойкой и ремонтной наплавки. Качественные характеристики электродов соответствуют требованиям европейских стандартов EN 499 и EN 1600. Освоено производство порошковых проволок нового поколения, которые имеют традиционно хорошие сварочно-технологические характеристики, но в отличие от выпускавшихся ранее порошковых проволок соответствуют требованиям EN 758 и DIN 8555 и надежно подаются по направляющим каналам сварочного оборудования подающими механизмами всех типов (как с двумя, так и с одной парой подающих роликов). Улучшение подачи проволоки достигнуто за счет применения ленты повышенной прочности, дополнительной механической обработки готовой проволоки перед ее перемоткой на катушки или в мотки и нанесения на поверхность проволоки специального антифрикционного покрытия.

Подтверждением правильности курса на производство сварочных материалов в соответствии с требованиями европейских норм стало широкое использование продукции «АРКСЭЛ» ведущими предприятиями химической и металлургической промышленности, энергомашиностроения, тепловыми и атомными электростанциями Украины.

«АРКСЭЛ» открыт для любых взаимовыгодных форм сотрудничества как с потребителями, так и с производителями сварочных материалов. ■ #238



Рис. 3. Упаковка готовых электродов в термоусадочную пленку



Рис. 4. Линия формовки и предварительного волочения порошковой проволоки



Рис. 5. Рентгенофлуоресцентный анализ сырьевых компонентов и наплавленного металла

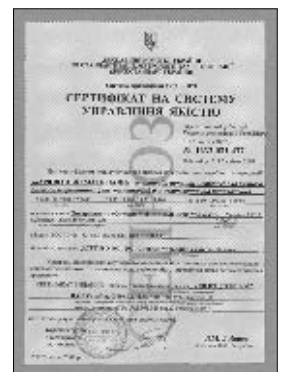


Рис. 6. Сертификаты соответствия системы управления качеством требованиям ISO 9001 версии 2000 г.

Технология получения сжиженного газа МАФ для газопламенной обработки металлов

Н. И. Зеленцова, И. Е. Филлич, ОАО «Всероссийский институт органического синтеза» (Москва)

Горючий газ МАФ (метилацетилен-алленовая фракция) — это продукт нефтехимического производства. Основными горючими компонентами, определяющими свойства газа МАФ, являются метилацетилен (пропин, $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$) и аллен (пропадиен, $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$) в количестве 65–75%, а также пропан ($\text{H}_3\text{C-H}_2\text{C-CH}_3$) и пропилен ($\text{H}_3\text{C-CH}=\text{CH}_2$) в суммарном количестве от 30–35 до 20–25%, примесь углеводородов (бутан, бутилен, бутадиен) — 0,5–1,5%.

Указанный количественный состав газа МАФ определен в результате экспериментального изучения взрывоопасности МАФ. Поскольку метилацетилен и аллен склонны к взрывному распаду, их содержание в газе МАФ ограничивается 75% (в сумме C_3H_4). Присутствие пропана, пропилена и углеводородов в количестве не менее 25% снижает взрывоопасность газа МАФ, и по пожаро- и взрывоопасным свойствам он становится аналогичным пропану. Такой состав газа нормирован техническими условиями, по которым производят промышленный МАФ. Условия работы с ним, транспортировки и хранения газа МАФ соответствуют действующим требованиям и нормам для сжиженных газов (пропана).

Газ МАФ является побочным продуктом этиленового производства. Метилацетилен и аллен образуются, в числе других непредельных углеводородов, при производстве низших олефинов

(этилена и пропилена) в процессе пиролиза углеводородного сырья в количестве до 1,2%. На крупнотоннажных установках производства этилена и пропилена типа ЭП-300 выход метилацетилена и аллена составляет примерно 6 тыс. т/год, и выделение их как побочных продуктов является экономически обоснованным.

В Украине есть две крупнотоннажные установки ЭП-300 и ЭП-250 в Лисичанске и Калуше.

Технология процесса выделения аллена и метилацетилена из пропановой фракции пирогаза этиленового производства, где их суммарная концентрация доходит до 25%, разработана ОАО «ВНИИОС» (Москва). Она отработана на опытно-промышленной установке Опытного завода ВНИИОС (Новокуйбышевск), и ее применяют на промышленной установке получения метилацетилен-алленовой фракции (сжиженного горючего газа МАФ) ООО «ЭнергоМАПП» (Новополоцк, Беларусь).

Все показатели производственной установки получения МАФ или отдельных концентрированных фракций метилацетилена и аллена по технологии процесса, по технике безопасности, по компоновке схемы установки соответствуют условиям и требованиям этиленового производства. Наряду с основным продуктом (газом МАФ) в этом процессе получается смесь пропана и пропилена концентрацией до 99% — пропан-пропиленовая фракция (ППФ), которая может быть побочным товарным продуктом.

Существенным преимуществом всех получаемых в данном процессе газов является отсутствие в них серосодержащих и других вредных примесей.

В общем виде все стадии получения и использования метилацетилена и аллена показаны на рисунке.

Метилацетилен и аллен благодаря своим физико-химическим свойствам имеют высокую реакционную способность и могут быть широко использованы в

химической технологии для получения ценных продуктов, применяемых в фармацевтической, пищевой и других отраслях.

Возможность использования метилацетилена и аллена в качестве горючего газа в процессах газопламенной обработки металлов также обусловлена их свойствами.

По сравнению с пропаном и пропиленом молекулы метилацетилена и аллена являются менее насыщенными, поэтому все их тепловые показатели (теплотворная способность, температура пламени, скорость распространения пламени, стехиометрическое соотношение кислорода и горючего газа) более высокие, чем у пропана, и являются промежуточными между ацетиленом и пропаном.

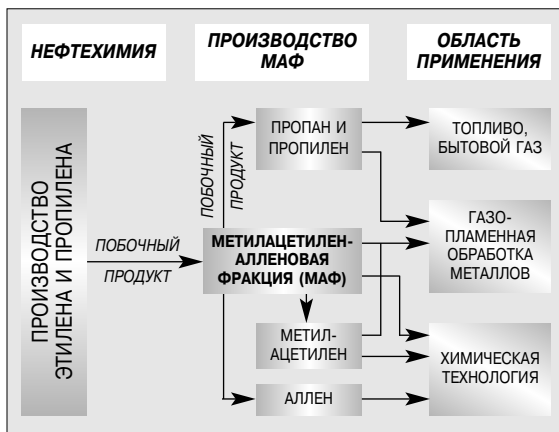
Во ВНИИАвтогенмаш были проведены испытания пригодности горючего газа МАФ для выполнения всех видов работ по газопламенной обработке металлов (ГОМ). Газ МАФ является лучшим из применяемых горючих газов — заменителей ацетилена. По работоспособности он промежуточный между ацетиленом и пропаном. Технология выполнения газопламенной обработки с использованием МАФ в основном аналогична работе с ацетиленом.

Газ МАФ имеет более мягкое пламя по сравнению с ацетиленом, что дает преимущества при работе с металлом малых толщин, с цветными металлами, а также при контурной резке деталей и газопорошковой наплавке металла.

Газ МАФ целесообразно использовать как заменитель ацетилена при газопламенной обработке металлов, так как он дешевле и более безопасен.

Применяемый за рубежом горючий газ МАПП так же, как газ МАФ, является смесью углеводородов, но концентрация составляющих его компонентов задается в широких пределах, что отрицательно влияет на пирометрические параметры пламени этого газа и возможности выполнения газопламенной обработки металла.

Рисунок. Структурная схема получения и использования метилацетилена и аллена



О возможности применения газа МАФ для сварки газопроводов низкого давления

Ю. В. Демченко, канд. техн. наук, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» (Киев),
 Н. И. Вороний, ЧП «САН» (Черкассы), А. О. Петренко, ОАО «Черкассыгаз» (Черкассы)

В последнее время на рынке горючих газов для газовой сварки прочное место занимает уникальный энергетический продукт — газ МАФ (метилацетилен-алленовая фракция). Температура сгорания МАФ в кислороде составляет 2927 °С, что сопоставимо с температурой горения ацетилена (3087 °С). Это позволяет применять МАФ как заменитель ацетилена во многих технологических процессах газопламенной обработки металлов.

В связи с увеличением объемов строительства газопроводов низкого давления потребовалось провести дополнительные испытания газа МАФ и разработать рекомендации по его применению при строительстве и ремонте газопроводов, подведомственных ДНАОП. Испытания включали оценку качества сварных швов, определение механических

свойств трубных стыковых соединений, металлографические исследования согласно требованиям ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання» и ВБН А.3.1-36-3-96 «Сварка стальных газопроводов».

Сварку стыковых трубных соединений из сталей Ст2пс, Ст3пс, отвечающих требованиям ГОСТ 14637 и ДСТУ 2651, выполняли горелкой Г2 с мундштуками №3 и №4, модернизированными согласно рекомендациям ВНИИавтогенмаш (Москва). При сварке использовали проволоку марки Св-08Г2С диаметром 2 и 3 мм по ГОСТ 2246, технический кислород I сорта по ГОСТ 5583, газ МАФ по ТУ 38.102.1267.89.

Технология сборки и сварки стыковых трубных соединений соответствовала рекомендациям ВБН А.3.1-36-3-96

(табл. 1). Сварку выполнял сварщик, аттестованный в соответствии с Правилами аттестации сварщиков ДНАОП 0.001-16-96, допуск 311.

При внешнем осмотре сварных соединений и радиографическом контроле не были обнаружены дефекты, не допустимые нормами. Геометрические размеры швов и их отклонения соответствовали требованиям ВБН А.3.1.-36-3-96. Результаты механических испытаний образцов стыковых соединений (табл. 2) показали, что временное сопротивление разрыву всех образцов не ниже минимально допустимого для основного металла, величина просвета между сжимающимися поверхностями пресса до появления трещин в сварном шве (испытания на сплющивание) не более 4S, где S — толщина стенки трубы, а угол загиба не менее 100°.

Металлографические исследования не выявили дефектов шва в виде оксидных пленок, включений между слоями и по границе сплавления. Размер, форма, количество и распределение неметаллических включений те же, что и при сварке с использованием ацетилена и сварочной проволоки Св-08А. В зоне термического влияния отсутствует заметный перегрев металла, что свидетельствует о высоких теплофизических свойствах МАФ.

На основании результатов комплексных исследований разработана технологическая инструкция «Выполнение газосварочных работ с использованием горючего газа МАФ на объектах газоснабжения» и рекомендовано применение МАФ вместо ацетилена для сварки труб из низкоуглеродистых сталей с условным диаметром не более 150 мм и толщиной стенки до 5 мм включительно при строительстве и ремонте газопроводов с давлением газа не более 0,6 МПа. ■ #240

Таблица 1. Основные параметры технологии сборки и сварки стыковых трубных соединений

Диаметр трубы и толщина стенки, мм	Положение стыка в пространстве	Зазор в стыке, мм	Угол разделки кромок, ...°	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер мундштука	Расход, л/ч		Скорость сварки, м/ч
						МАФ	O ₂	
20×2,8	РА	2	Без разделки	2	3	196	460	5
20×2,8	PF	2	Без разделки	2	3	196	460	5
32×3,2	PC	2	60	2	3	224	526	4
57×3,5	PF	2	60	3	4	245	575	3
76×3,5	H-L045	2	60	3	4	245	575	3
152×5,0	H-L045	2	60	3	4	350	823	3

Таблица 2. Результаты оценки механических свойств стыковых трубных соединений

Диаметр трубы и толщина стенки, мм	Положение стыка в пространстве	Механические свойства сварных соединений			Твердость по Виккерсу, HV		
		Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа по НТД	Фактическое	Размер просвета между поверхностями пресса, мм	Угол загиба, ...°	металла шва	металла 3ТВ на участке крупного зерна
20×2,8	PF	330-430	370	<11,0	—	—	
32×3,2	PC	330-430	385,5	12,0	—	180 185	
57×3,5	PF	330-430	350,5	13,8	—	—	
76×3,5	H-L045	370-480	457	13,6	—	187 193	
152×5,0	H-L045	370-480	390	—	110	—	

Научно-технический семинар «Повышение эксплуатационной надежности линейной части магистральных газопроводов газотранспортной системы Украины»

А. А. Кайдалов,
 Д-р техн. наук

Украина входит в число стран с развитой газотранспортной системой, включающей магистральные газопроводы, газопроводы-отводы и распределительные газопроводы, а также компрессорные и газораспределительные станции. От ее стабильной работы зависит развитие национальной экономики, а также надежность поставок природного газа в другие страны Европы. Общая длина магистральных газопроводов на территории Украины составляет около 35000 км. Почти 60% газопроводов уже эксплуатируется более 15 лет. Решение технических проблем, возникающих в связи с необходимостью продления остаточного ресурса магистральных газопроводов, является важнейшей государственной задачей. Необходимы объединение и координация усилий многих коллективов ученых и специалистов, работающих в этой области.

Научно-технический комплекс «Институт электросварки им. Е. О. Патона» совместно с ДК «Укртрансгаз» организовали научно-технический семинар «Повышение эксплуатационной надежности линейной части магистральных газопроводов газотранспортной системы Украины» (11–15 марта 2002 г.)

Семинар проводили уже во второй раз (первый раз — в феврале–марте 2001 г.). Газотранспортники, ведущие ученые и специалисты Украины при участии российских специалистов рассмотрели и обсудили технические проблемы и новейшие разработки, а также определили направления развития в области диагностики, мониторинга, ремонтных технологий, реконструкции магистральных газопроводов Украины.

В девяти секциях семинара было представлено 39 докладов, посвященных современным технологиям, оборудованию и материалам для ремонта и восстановления деталей и узлов газораспределительных систем с помощью сварки, резки и термообработки, контроля и обеспечения качества металлов и сварных соединений, коррозионной защиты трубопроводов, а также современному состоянию техники безопасности, нормативной базы в области строительства и эксплуатации газопроводов. Кроме того, было представлено 30 докладов, в которых были рассмотрены вопросы эксплуатации газопроводов.

В семинаре приняли участие представители 23 организаций и предприятий.

Доклады *ИЭС им. Е. О. Патона* и *УкрНИИгаз* были посвящены технологии восстановления несущей способности линейной части магистральных газопроводов и присоединения отводов к основной магистрали в условиях эксплуатации.

Безопасные и высокопроизводительные взрывные труборезы для проведения ремонтных работ на газопроводах в трассовых условиях (доклад *ИЭС им. Е. О. Патона*) успешно прошли комплексные испытания и рекомендованы к промышленному применению.

ЗАО «Укрспецтерм» представило технологию, материалы и оборудование для термитной и ударно-конденсаторной сварки выводов систем электрохимической защиты на действующих и строящихся газопроводах, а также на объектах добычи и подземного хранения газа. Эта технология позволяет также оперативно устанавливать системы заземления и защиты от молний.

ГНПП «Полимерсервисмаш» и *ИЭС им. Е. О. Патона* проинформировали о технологиях ликвидации негерметичности запорной арматуры и газотермического напыления изношенных деталей этой арматуры.

Один из интереснейших докладов был посвящен разработанным в *ИЭС им. Е. О. Патона* современным компьютерным модулям технологической и медицинской поддержки при ремонтно-восстановительных работах и экстремальных ситуациях на газопроводах с использованием интернет-технологий управления.

В докладе *ВНИИмонтажспецстрой* рассмотрен опыт применения местной контролируемой термообработки трубопроводов гибкими электронагревателями сопротивления при сооружении газопровода «Голубой поток».

Технологии сварки и резки взрывом при ремонте и техническом обслуживании магистральных газопроводов были представлены в докладе *ИЭС им. Е. О. Патона*. Технология высокоскоростной термогазоабразивной очистки поверхности трубопроводов под антикоррозионные покрытия описана в докладе *Научного центра ВВС Украины, ОКБ «Пилот» и Дрогобычского машиностроительного завода*.

Специализированные сварочные аппараты для монтажа и ремонта трубопроводов и работы в полевых условиях были представлены в докладах *ИЭС им. Е. О. Патона* и *ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона*.

ИЭС им. Е. О. Патона представил методику и приборы на основе микропроцессорных систем для мониторинга коррозии газопроводов. Предложены также метод контроля эффективности электрохимической защиты точек наибольшей коррозионной опасности и цифровой прибор контроля коррозионной активности грунта.

Были предложены установки для катодной защиты от коррозии (*ООО «Аквитас»*) и методы оптимизации параметров катодной защиты (*Институт прикладной геофизики*).

Современные методы и диагностические системы для контроля качества конструкций и узлов газопроводов: на основе акустической эмиссии при изменении давления, на основе ультразвука, в т. ч. без удаления антикоррозионного покрытия, были рассмотрены в докладах сотрудников Института электросварки.

Перспективные методы и аппаратуру магнитного коэрциметрического контроля усталостного состояния и ресурса металлоконструкций предложил *НПФ «Специальные научные разработки»*, остаточных напряжений в металлах методом сканирования переменным электрическим током — *НПЦ «Контакт»*.

Переносные рентгеновские аппараты для использования при строительстве и ремонте газопроводов предложило *ЗАО «Индустрия-Сервис»*, а оборудование для внутритрубной очистки и ультразвуковой диагностики — *компания «Розен-Европа»*.

Были подробно рассмотрены методы комплексной диагностики и опыт их применения на подводных участках газопроводов (доклад *АО «Трест Подводтрубопровод»*) и на аммиакопроводе (доклад *ООО «ИПП-Центр»*).

В докладе *Института геофизики* (предприятие квантовых гравиградиентометров) был описан опытный образец гравиградиентометра для дистанционного контроля изменения плотности материалов газопроводов и грунтов в месте их залегания или прокладывания. Прибор позволяет выявлять разломы, трещины и пустоты в грунте и крупные дефекты в трубах, а также прогнозировать возможные разрушения трубопроводов и сейсмическую обстановку.

В докладах *ООО «ИПП-Центр»* обоснованы

новые нормы опасности дефектов и разработаны аналитические методы оценки предельного вязкого состояния металлов с трещиноподобными и коррозионными дефектами и представлена методика численного анализа влияния подвижек грунтов на напряженное состояние трубопроводов.

Выполнена оценка качественных характеристик труб аварийного запаса (совместный доклад *ИЭС им. Е. О. Патона* и *ДК «Укртрансгаз»*). Установлено, что в процессе длительного хранения существенного изменения основных служебных характеристик материала труб из нормализованной и горячекатаной стали не происходит.

Технике безопасности были посвящены доклады о современных средствах защиты при выполнении ремонтных сварочных работ (*ИЭС им. Е. О. Патона*) и о взрывобезопасном слесарном инструменте, превосходящем по техническим характеристикам лучшие зарубежные аналоги (*НТЦ «Булат НВР»*).

В докладах *ИЭС им. Е. О. Патона* говорилось о состоянии нормативной базы в области создания, эксплуатации и ремонта магистральных газопроводов были представлены разработанные ВСН (Ведомственные Строительные Нормы) «Трубы для строительства, реконструкции и ремонта магистральных газопроводов», «Сварка и контроль качества сварных соединений при сооружении магистральных газопроводов», проект ДСТУ «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии», а также проект ВСН о порядке присоединения выводов электрохимической защиты на строящиеся трубопроводы и трубопроводы, находящиеся под давлением, СТП по расчету катодной, протекторной и дренажной защиты линейной части, промышленных площадок и других объектов магистральных газопроводов. Подготовлены предложения по использованию в Украине некоторых нормативных документов Российской Федерации (СНиП «Магистральные газопроводы», методика оптимальной дренажной защиты магистральных газопроводов от коррозии блуждающими токами и др.).

Одновременно с семинаром в Институте электросварки им. Е. О. Патона проходила выставка сварочного оборудования и материалов, приборов контроля и мониторинга, новых материалов для ремонта газопроводов. Свои разработки экспонировали 12 организаций и предприятий: *ИЭС им. Е. О. Патона* (Киев), *ГВП «Эко-технология»* (Киев), *ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования»*, *ОАО «СЭЛМА»* (Симферополь), *НПФ «Специальные научные разработки»* (Харьков), *Торговый дом «Ниса»* (Киев), *ЗАО «Индустрия-Сервис»* (Москва), *ООО «Полипроминтез»* (Киев) и др.

Участники семинара определили приоритетные направления развития научно-технических работ по обеспечению надежной эксплуатации линейной части магистральных газопроводов:

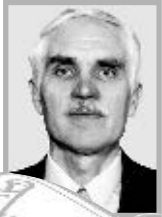
- создание современной нормативно-технической базы;
- разработка компьютерных систем диагностики и коррозионного мониторинга;
- определение и продление остаточного ресурса эксплуатации различных элементов трубопроводных систем;
- совершенствование технологий капитального и текущего ремонта газопроводов;
- совершенствование системы подготовки и аттестации специалистов по сварке и диагностике трубопроводов.

■ #241



К 60-летию В. А. МЕТЛИЦКОГО

4 августа 2002 г. Владиславу Александровичу Метлицкому, заведующему отделом проблем охраны труда и экологии в сварочном производстве ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, доктору технических наук, исполнилось 60 лет.



Трудовая деятельность Владислава Александровича началась в 1965 г. в ИЭС им. Е. О. Патона после окончания Ленинградского политехнического института.

С 1970 г. он занимается исследованиями в области сварки чугуна. Разработанные Владиславом Александровичем технологии механизированной дуговой сварки высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, исправления литейных дефектов на отливках ответственного назначения внедрены на ряде предприятий Украины и России. В. А. Метлицким выполнены исследования по оценке свариваемости чугу-

нов различных классов, особенностям сварки чугунов со сталями, гигиенической оценке процессов сварки чугуна, разработке технологических процессов получения литосварных изделий и конструкций.

Результаты исследований были обобщены в кандидатской (1977 г.) и докторской (2002 г.) диссертациях.

В 1991 г. Владислав Александрович возглавил впервые созданный в ИЭС им. Е. О. Патона научный отдел проблем охраны труда и экологии в сварочном производстве. По результатам многолетних всесторонних исследований свойств сварочных аэрозолей разработана информационно-поисковая система «ECO-WELD» для персональных компьютеров, содержащая обширную базу данных о сварочных аэрозолях. Информационно-поисковая

система имеет широкую область применения и может быть использована при расчетах параметров вентиляции рабочих мест и средств индивидуальной защиты органов дыхания сварщиков.

В. А. Метлицкий — автор более 170 публикаций, в т. ч. авторских свидетельств и патентов, ГОСТа, документов Международного института сварки. Владислав Александрович — член секции ученого совета ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, член редколлегии журнала «Сварщик».

Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик» сердечно поздравляет Владислава Александровича Метлицкого с юбилеем. Желаем Вам крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов.

Юрию Владимировичу ДЕМЧЕНКО — 50 лет

25 августа 2002 г. наш друг и коллега Юрий Владимирович Демченко отметил свой первый юбилей «зрелой молодости» — пятидесятилетие.



Не будем сегодня вспоминать его трудовой путь, как это принято в официальных представлениях. Для всех нас главным является то, что мы имеем честь и удовольствие вместе работать и жить с замечательным человеком и профессионалом.

Всем, кто связан со сварочной наукой и техникой, хорошо известно, что сварка — это не только «получение неразъемного соединения», но и увлекательный творческий процесс создания совершенной, надежной и безопасной сварной конструкции, требующий проявления всех лучших человеческих качеств — доброты, чуткости, ответственности, любви и профессионального отношения к делу. Этими качествами обладает наш юбиляр. Многим он обязан родителям, но главное приобретено за время учебы и работы в Киевском политехническом институте и особенно в Институте электросварки им. Е. О. Патона, который на многие годы стал его вторым домом.

Любовь к профессии, знание специфики сварочных технологий привили ему учителя и наставники, среди которых много уважаемые и авторитетные специалисты в области сварки и родственных процессов — А. Е. Аснис, Л. М. Гутман, Ю. Я. Грецкий, Г. А. Иващенко. Несомненно, нельзя постичь сварку, только читая книги и проводя эксперименты в лаборатории, — не-

обходим постоянный непосредственный контакт с производством. И здесь Юрий Владимирович особенно преуспел. Он выполнял технологические работы на десятках заводов теперь уже бывшего СССР, а сегодня поддерживает деловые отношения со многими предприятиями стран СНГ. Каждая встреча с производственниками — это новые задачи, новая информация, которые требуют постоянного повышения своего профессионального уровня, а значит, надо постоянно учиться, искать новые решения, чувствовать ритм жизни.

Сегодня, в условиях развития и становления новых экономических отношений, для решения технологических задач необходимы не только высокопрофессиональные технические знания, но и умение организовать работу. Юрий Владимирович обладает такими качествами организатора, которые позволяют на высоком техническом уровне решать самые сложные производственные задачи. Поэтому именно ему было поручено возглавить отдел комплексных ремонтов НТК «ИЭС им. Е. О. Патона».

Внедрение новых организационных форм выполнения технологических работ позволяет осуществлять уникальный ремонт сваркой сложных машин. Например, комплексный ремонт станины прессы усилием 10 000 т на Нижнеднепровском трубном заводе включал диагностику состояния несущих конструкций, разработку конструкторско-технологических решений ремонта сваркой и упрочняющей обработки, восста-

новительный ремонт, контроль качества ремонта и технический надзор за состоянием конструкции в процессе эксплуатации.

И несмотря на то, что сегодня у Юрия Владимировича не так часты командировки, как в прежние годы, телефон на его столе не умолкает. За помощью, консультацией, советом к нему обращаются и те, кто знаком с ним не один десяток лет, и те, кто только начинает свой жизненный путь в сварочном производстве. Все, кто хотя бы раз встречался с Юрием Владимировичем, отмечают, что наряду с профессиональным отношением к делу он обладает великим искусством человеческого общения. Для него не бывает «мелких» вопросов или «случайных» встреч. В последние годы Юрий Владимирович неизменно участвует в крупных специализированных выставках по сварке на стенде журнала «Сварщик». И во время выставки не редко можно услышать вопрос: «Где Юрий Владимирович? Я (мы) специально приехал(и), чтобы обсудить с ним наши проблемы по сварке...». Это настоящее и заслуженное признание авторитета, опыта и знаний нашего коллеги.

Дорогой Юрий Владимирович! Сердечно поздравляем с юбилеем. Желаем здоровья, счастья, удачи во всех начинаниях, благополучия и любви в семье!

Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик», внедренческое предприятие «Экотехнология»

Вологдин Виктор Петрович — первый сварщик-судостроитель

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

Виктор Петрович Вологдин родился 27 июля 1883 г. в поселке при Кувинском заводе Пермской губернии. Отец его, Петр Александрович, был смотрителем рудников, однако вскоре увлекся журналистской деятельностью и стал редактором газеты «Пермские губернские ведомости». На всю жизнь запомнились одиннадцатилетнему Виктору «электролитейные» работы Н. Г. Славянова, когда отец привел его в электросварочный цех Мотовилихинского завода.



1883—1950

В Перми, крупнейшем промышленном городе России, занятия техникой считались самым престижным делом, и уже в реальном училище Виктор Вологдин и его старший брат Валентин (впоследствии профессор, крупный специалист в области токов высокой частоты) получили хорошие знания по обработке металлов.

В 18 лет начинается самостоятельная жизнь В. П. Вологодина в Морском инженерном училище в Кронштадте. Однако революционные волнения 1905 г. коснулись и его — на последнем курсе Вологдин был исключен и выслан из города. В следующем году Виктор Петрович поступил на электротехническое отделение Петербургского политехнического института.

В январе 1910 г. он закончил Петербургский политехнический институт и был оставлен при вузе в качестве преподавателя на кафедре паровых котлов. Затем работал на ряде промышленных предприятий в различных городах России, а с 1919 г. — на судоремонтном и судостроительном заводе «Дальзавод» во Владивостоке. Возглавив техническое бюро, В. П. Вологдин стал по существу техническим руководителем завода. Это давало ему большие возможности для осуществления своих планов. Ежедневно сталкиваясь с судоремонтом, Виктор Петрович пришел к мысли о необходимости использовать при этом электросварку.

В. П. Вологдин в декабре 1920 г. собрал электросварочный агрегат, отработал приемные сварки и собственноручно начал выполнять производственные заказы. Многие проблемы Вологдину и сотрудникам его лаборатории пришлось решать впервые, отступая от проверенных традиционных технологических приемов, рискуя быть обвиненными в неграмотности и вредительстве. Однако Вологдин продолжал расширять область применения сварки, прежде всего дуговой, организовал исследования прочности, жесткости и герметичности сварных соединений. Многочисленными экспериментами он доказал, что сварке можно доверять не менее ответственные конструкции, чем клепке.

Созданный им сварочный участок на «Дальзаводе» был преобразован в электросварочную мастерскую. Ее специальное оборудование состояло из нескольких установок для дуговой, контактной и ацетилено-кислородной сварки. Такие, смонтированные на тележках, «агрегаты скорой помощи», как называл их Вологдин, позволяли выполнять работы непосредственно на судах.

В первый период мастерская занималась выполнением заказов по ремонту гребных винтов и деталей механизмов. Но уже в 1921–1922 гг. здесь проводили сварку котлов водяного отопления, паровых котлов (один из них на давление 1,2 МПа), был изготовлен с помощью сварки также локомобильный котел. В 1923 г. в мастерской изготовили бак, днище и кровля которого диаметром более 8 м были сварными. Сферическая кровля, не имевшая стропил, отлично выдержала испытание тяжелой нагрузкой. В мастерской выполняли также дуговую «холодную» сварку чугуна с постановкой ввертышей, а затем и сварку константовыми электродами.

По инициативе В. П. Вологодина на «Дальзаводе» уже в 1923 г. был открыт сварочный цех. Одной из первых крупных работ этого цеха было восстановление в 1924 г. пролета железнодорожного моста через реку Амур вблизи Хабаровска (при восстановлении клепаного пролета моста частично использовали электросварку).

В 1923–1924 гг. сварку применили при изготовлении цистерн для масла вместимостью 2000 т. каждая, баков для бензина вместимостью 825 т, 100 рудничных вагонеток и др.

Педагогической деятельностью в Дальневосточном государственном университете (ДВГУ) В. П. Вологдин начал заниматься с 1920 г., когда стал профессором. С 1925 г. до 1928 г. Виктор Петрович Вологдин — ректор университета. Он организовал лабораторию электродуговой и газовой сварки, которая территориально размещалась на «Дальзаводе». В 1927 г. на механическом факультете Виктор Петрович открыл сварочное отделение для подготовки инженеров-сварщиков, первый выпуск которого состоялся в 1929 г.

Наряду с педагогической деятельностью В. П. Вологдин продолжает заниматься научными исследованиями и инженерной деятельностью. В 1927 г. была проведена большая серия экспериментов и получены данные по расходу сварных сосудов высокого давления. Накопленный материал позволил приступить к изготовлению опытной сварной металлической фермы. Летом 1928 г. была сварена конвейерная эстакадная решетчатая ферма пролетом 25 м для погрузочных работ в порту. В следующем году была построена вторая такая же ферма, а зимой 1930–1931 гг. — ферма массой около 300 т и пролетом 36,6 м, причем сварочные работы производили при температуре до -40°C . До 30-х гг. при сооружении крупных резервуаров применяли клепку. Первый в СССР сварной нефтерезервуар был построен в 1929 г. на станции Большой Невер (Уссурийская железная дорога) по способу подрачивания, предложенному В. П. Вологдиным.

В числе важных исследовательских работ этого периода могут быть упомянуты:

- установление значений коэффициента прочности сварных соединений (по отношению к основному металлу);
- влияние пространственного положения при ручной сварке на прочность шва;
- влияние проковки, отжига и подогрева;

- исследование прочности отдельных видов сварных соединений;
- разработка стрелочной системы обозначений сварки на чертежах;
- проект сортамента прокатных профилей специально для сварных конструкций.

Им были впервые введены понятие «коэффициент расплавления».

В 1933 г. В. П. Вологдин приказом Наркома тяжелой промышленности был переведен в Ленинград, где возглавил сварочную группу технического отдела Главморпрома. Под его руководством ею были поставлены и решены такие важные вопросы, как создание классификатора брака сварных швов и технические условия на приемку швов в судостроении; обоснование технических условий на сталь для сварных корпусных конструкций и сварных котлов, разработка нормативов времени на сварочные работы с обоснованием коэффициентов использования времени горения дуги, технические условия на сварочные газы и др.

Первыми отечественными морскими судами, при постройке одного из судов этой серии («Леваневский») судостроители впервые столкнулись с неблагоприятным проявлением сварочных напряжений в условиях малопластичного металла шва и неадекватности последовательности сборочно-сварочных работ — появлением трещин и разрывов металла конструкций. В. П. Вологдин включился в разработку мероприятий по предотвращению этих явлений. Итогом его анализа и наблюдений явились монографии о значении напряжений и деформаций в процессе изготовления и эксплуатации сварных конструкций.

По инициативе В. П. Вологодина 28–31 января 1936 г. в Ленинграде была созвана первая Всесоюзная конференция по сварке в судостроении.

С 1934 г. В. П. Вологдин — профессор, а с 1935 г. — заведующий кафедрой сварки Ленинградского кораблестроительного института (ЛКИ). В то же время он выполнял многочисленные проектные работы для нужд промышленности. К ним могут быть отнесены и разработанные под руководством Виктора Петровича в 1940–41 гг. основополагающие стандарты по сварке для судостроения, в том числе на электроды, форму и размеры сварных швов, обозначения сварных швов на чертежах и др.

Во время войны, будучи эвакуированным из Ленинграда тяжелобольным, Виктор Петрович продолжал трудиться. Он проводил консультации на заводах, писал монографии. Вернувшись в Ленинград в 1946 г., В. П. Вологдин возглавляет кафедру сварки, участвует в создании крупных цельносварных кораблей и судов, разработке Правил Регистра по сварке, руководит аспирантами, много сил отдает работе в различных организациях.

Виктор Петрович Вологдин скончался 14 октября 1950 г.

■ #242

МИНЕРАЛЬНАЯ ВОДА

«Сколивська» —

ГЛАВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ

«КУРОРТ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ»

Л. М. Винявская, ООО «Вилмобуд» (Киев)

Открытие украинскими геологами в 1990–1991 годах в Сколиковском районе Львовской области новой минеральной воды не предвещало неожиданностей. Сенсацией это событие стало уже после того, как ученые Одесского НИИ курортологии и медицинской реабилитации произвели ее тщательные исследования. По всем показателям — от химического состава и до благотворного влияния на организм — находка является прототипом всемирно известной «Нафтуси».



По своему химическому составу новая вода, получившая название «Сколивська», отнесена к классу слабоминерализованных гидрокарбонатно-натрий-кальций-магниевого минеральных вод. Результаты изучения ее микрофлоры выявили большое количество микроорганизмов, характерных для воды типа «Нафтуса», благодаря которым она имеет выраженное бактерицидное действие.

Все эти показатели дают возможность применять воду в лечебных целях. В первую очередь ее рекомендуют больным с патологией печени, желчного пузыря, почек, желудка и с сопутствующими нарушениями водно-солевого обмена.

С профилактической целью воду «Сколивська» можно употреблять для улучшения углеводородной, пигментной, белковой и ферментной

функции печени. Вода имеет выраженное желчегонное и мочегонное действие, способствует выведению токсических веществ из организма, оказывает бактерицидное и радиопротекторное влияние на организм. Однако следует помнить, что при ежедневном употреблении воды «Сколивська» дозирование ее должно составлять не более 1% от массы тела в сутки. Принимать воду следует за 10–40 минут до еды.

С бальнеологической целью в общем комплексе лечения (24–35 дней) воду употребляют под наблюдением врача.

Биологическую активность слабоминерализованная вода «Сколивська» сохраняет на протяжении шести месяцев, при этом лечебные свойства ее не изменяются.

Вот такую волшебную, поистине «живую» воду обнаружили геологи чуть больше десяти лет назад. А в 2000 году предприятием «Зі» возле буровой скважины был построен «с нуля» завод по добыче и разливу воды «Сколивська». В результате сегодня все, кто заботится о своем здоровье, имеют возможность наслаждаться целебным даром природы. Правда, еще далеко не в каждом магазине или аптеке можно встретить светло-зеленые бутылки с этой замечательной водой — торговля живет по своим правилам, и предпочтения в основном отдаются широко разрекламированным торговым маркам. Пусть даже за ними



часто скрываются опасные для здоровья подделки.

К счастью, сегодня ситуация изменилась. Специалисты предприятия «Вилмобуд» (Киев) — регионального представительства торговой марки «Сколивська» — разработали и успешно внедряют уникальную программу «Курорт на рабочем месте», призванную помочь в первую очередь украинским промышленным предприятиям решать важнейшую социальную задачу — профилактику заболеваний персонала без отрыва от производства. Программа разработана на основе изучения лучших традиций отечественных бальнеологических курортов и анализа положительного опыта заводских профилакториев.

Программа предусматривает целый комплекс мероприятий. Она включает оказание информационно-консультационной помощи по профилактике заболеваний гепатобилиарной системы и почек, предоставление эффективных методик оздоровления персонала без отрыва от производства, разъяснение основ рационального и здорового питания, культуры употребления минеральной воды и, конечно же, поставку на предприятия на льготных условиях даже самых минимальных партий воды «Сколивська». ■ #243

Наслаждайтесь целебным даром родной природы и будьте здоровы!