



№ 6 (22) 2001

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

**Учредители:**

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

**Издатель:**

**Издание журнала поддерживает:**

**штдр**



**Редакционная коллегия:**

ГВП «Экотехнология»  
Общество сварщиков Украины,  
Национальный технический  
университет Украины «КПИ»  
Журнал издается при содействии  
Проекта УКР/98/006 «Обмен  
технологической информацией в Украине  
для поддержки экономических  
преобразований» Программы Развития  
Организации Объединенных Наций  
В. Н. Бернадский, Ю. К. Бондаренко  
Ю. Я. Грецкий,  
В. М. Илющенко,  
Н. М. Коннов,  
В. Н. Липодаев,  
В. А. Метлицкий,  
Г. В. Павленко,  
П. П. Проценко,  
И. А. Рябцев,  
Г. М. Шеленков,  
Я. М. Юзьков  
Л. Н. Горбань,  
В. Ф. Квасницкий,  
П. А. Косенко,  
А. А. Мазур,  
Я. И. Микитин,  
В. Н. Проскудин,  
В. Н. Радзиевский,  
А. М. Сливинский,  
А. В. Щербак,

**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

**Распространение**

В. О. Кочубей

**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

**Http**

//www.enteco.kiev.ua/welder/

**Представительство в Беларуси**

Минск, Вячеслав Дмитриевич Сиваков  
(017) 213-1991, 246-4245

**Представительство в России**

Москва, Александр Николаевич Тымчук  
(095) 728-0134  
000 «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 рекламируемые. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Предоставленные материалы должны быть напечатаны с указанием авторов, адреса, телефона. Редакция сохраняет за собой право редактировать и сокращать содержание статей. Переписка с читателями только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна. Подписано в печать 07.12.2001. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная №1, Гарнитура HeliosCondLight. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 28/05. Тираж 3000 экз.

Печать ООО «Людопринт Украина», 2001

01023 Киев, ул. Ш. Руставели, 39–41, к. 1012–1014. Тел. (044) 220-0879, 227-4280.  
© «Экотехнология», «Сварщик», 2001



Информационно-технический журнал  
Технологии  
Производство  
Сервис

Журнал выходит 6 раз в год

Издается с апреля 1998 г.

Подписной индекс 22405

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Новости техники и технологии . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>Лидеры сварочного производства</b>	
■ 75 лет в строю . . . . .	8
<b>Производственный опыт</b>	
■ Технологические свойства сварочных выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501. А. Д. Глушенко, Л. С. Гриценко, С. В. Дух, Н. М. Воропай, А. А. Рева . . . . .	10
■ Аппарат воздушно-плазменной резки металлов «Патон ПР-200». Н. П. Гирич, С. М. Полищук, А. Н. Волков, Б. В. Данильченко, В. А. Титов . . . . .	12
■ Улучшение потребительских характеристик сварочной проволоки. М. В. Бринюк . . . . .	14
<b>Вышли из печати . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>Общество сварщиков Украины</b>	
■ Региональный конкурс «Лучший электросварщик Одещины». В. Е. Гладков, В. И. Дегтярь, В. А. Веселов . . . . .	16
<b>Выставки</b>	
■ Тенденции совершенствования источников питания для сварки. Г. В. Павленко, В. Л. Сорока, В. В. Верна . . . . .	33
<b>Наши консультации</b>	
<b>Технологии и оборудование</b>	
■ Электронно-лучевые технологии в машиностроении. А. А. Кайдалов . . . . .	36
■ Комбинированные процессы металлообработки с использованием электрического дугового разряда. В. И. Носуленко, П. Н. Великий, О. Ф. Сиса, О. С. Чумаченко . . . . .	39
■ Взаимосвязь модуля, плотности и вязкости комбинированных жидких стекол. Н. В. Скорина, А. Е. Марченко . . . . .	40
<b>ВУЗы – производство</b>	
■ Инженерный экспресс-метод расчета на ЭВМ остаточных деформаций и напряжений при дуговой сварке тонких пластин встык. И. И. Рябцев, В. В. Лысак . . . . .	42
<b>Подготовка кадров</b>	
■ Учебные программы на 2002 г. Межотраслевого учебно-аттестационного центра ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины. . . . .	44
<b>Из истории сварки</b>	
■ Энергия термитной смеси на службе сварки. Николай Николаевич Бекетов и Ганс Гольдшмидт. А. Н. Корниенко . . . . .	46
<b>Юбилей</b>	
■ До юбилея Ярослава Михайловича Юзькова . . . . .	47
■ К 75-летию А. Г. Потапьевского . . . . .	47

2001

# Сварщик

Технології  
Виробництво  
Сервіс



Інформаційно-технічний журнал

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

№ 6 (22) 2001

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 3102 від 09.03.98

**Засновники:**

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

ДВП «Екотехнологія»

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

В. М. Бернадський, Ю. К. Бондаренко  
Ю. Я. Гречко, Л. М. Горбань,  
В. М. Ілющенко, 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. Радзієвський,  
І. О. Рябцев, А. М. Сливинський,  
Г. М. Шеленков, О. В. Щербак,  
Я. М. Юзьків

**Редакційна колегія:**

К. А. Ющенко

Б. В. Юрлов, В. Г. Фартушний

**Головний редактор**

**Заступники головного редактора**

**Редакційна група:**

**Літературний редактор**

Г. Л. Берзіна

**Відповідальний секретар**

Т. М. Мішина

**Реклама**

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

**Розповсюдження**

В. О. Коочубей

**Художник**

В. Ю. Демченко

**Комп'ютерний набір**

А. Є. Рубльова

**Верстка та комп'ютерна обробка**

Т. Д. Пашигрова

**Адреса редакції**

03150 Київ, вул. Горького, 62

**Телефон**

(044) 268-3523, 227-6502

**Факс**

(044) 227-6502

**E-mail**

welder@svtonline.com

**Http**

//www.enteco.kiev.ua/welder/

**Представництво в Білорусі**

Мінськ, Вячеслав Дмитрович Сіваков  
(017) 213-1991, 246-4245

**Представництво в Росії**

Москва, Олександр Миколайович Тимчук  
(095) 728-0134  
ТОВ «АНТ «Інтеграція»

**Представництво в Прибалтиці**

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

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

Представлені матеріали повинні бути надруковані із зазначенням адреси,  
телефону. Редакція зберігає за собою право редагувати та скорочувати  
зміст статей. Листування з читачами тільки на сторінках журналу.

У разі використання матеріалів у будь-якій формі посилання на «Сварщик» обов'язкове.  
Підписано до друку 07.12.2001. Формат 60×84 1/8. Офсетний друк.

Папір офсетний №1. Гарнітура HeliosCondLight. Ум. друк. арк. 5,0.

Обл.-вид. арк. 5,2. Зам. № 28/05. Тираж 3000 прим.

Друк ТОВ «Людогринт Україна», 2001

01023 Київ, вул. Ш. Руставелі, 39-41, к. 1012-1014. Тел. (044) 220-0879, 227-4280.

© «Екотехнологія», «Сварщик», 2001

## Зміст

<b>Новини техніки та технології</b>	3
<b>Лідери зварювального виробництва</b>	
■ 75 років в строю	8
<b>Виробничий досвід</b>	
■ Технологічні якості зварювальних випрямлювачів КІГ-401 та КІУ-501. A. Д. Глушченко, Л. С. Гриценко, С. В. Дух, М. М. Воропай, А. А. Рева	10
■ Апарат повітряно-плазменного різання металів «Патон ППР-200». Н. П. Гіріч, С. М. Поліщук, О. М. Волков, Б. В. Данільченко, В. О. Тітов	12
■ Покращення споживчих характеристик зварювальної проволоки. М. В. Бринюк	14
<b>Вийшли з друку</b>	15
<b>Товариство зварників України</b>	
■ Регіональний конкурс «Найкращий електрозварник Одещини». В. Є. Гладков, В. І. Дегтярь, В. А. Веселов	16
<b>Виставки</b>	
■ Тенденції удосконалювання джерел живлення для зварювання. Г. В. Павленко, В. Л. Сорока, В. В. Верна	33
<b>Наші консультації</b>	34
<b>Технології та обладнання</b>	
■ Електронно-променеві технології в машинобудувництві. А. А. Кайдалов	36
■ Комбіновані процеси металообробки з використанням електричного дугового розряду. В. І. Носуленко, П. Н. Великий, О. Ф. Сіса, О. С. Чумаченко	39
■ Взаємозв'язок модуля, густини і в'язкості комбінованих рідких стекол. М. В. Скорина, А. Ю. Марченко	40
<b>VUZi – виробництву</b>	
■ Інженерний експрес–метод розрахунку на ЕОМ залишкових деформацій та напруг при дуговому зварюванні тонких пластин в стик. І. І. Рябцев, В. В. Лисак	42
<b>Підготовка кадрів</b>	
■ Учебні програми на 2002 р. Міжгалузевого учбово–атестаційного центру ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України	44
<b>З історії зварювання</b>	
■ Енергія термітної суміші на службі зварюванню. Микола Миколайович Бекетов і Ганс Гольдшмідт. О. М. Корніенко	46
<b>Ювілей</b>	
■ До ювілею Ярослава Михайловича Юзьківа	47
■ До 75-річчя А. Г. Потап'євського	47

## CONTENTS

<b>New in Equipment and Technology</b>	3
<b>Leaders of Welding Industry</b>	
■ 75 Years of Activities	8
<b>Industrial Experience</b>	
■ Technological Properties of the Welding Rectifiers KIG-401 and KIU-501. A. Gluschenko, L. Gricenko, S. Dukh, N. Voropaj, A. Reva	10
■ Plasma-Air Metal Cutting Machine «Paton PPR-200». N. Hirich, S. Polischuk, A. Volkov, B. Danilchenko, V. Titov	12
■ Enhancement of Welding Wire Consumer Properties. M. Brinuk	14
<b>New Publications</b>	15
<b>Welding Society of Ukraine</b>	
■ Regional Contest «Best Electric Welder of Odessa Region». V. Gladkov, V. Degtjar, V. Veselov	16
<b>Exhibitions</b>	
■ Trends of Development of Welding Power Sources. G. Pavlenko, V. Soroka, V. Verna	33
<b>Our Consulting</b>	34
<b>Technology and Equipment</b>	
■ Electron Beam Technologies in Machine Building. A. Kaydalov	36
■ Combined Metal Processing with Usage of Electric Arc Discharge. V. Nosulenko, P. Velikyj, O. Sysa, O. Chumachenko	39
■ Correlation of Module, Density and Viscosity of Combined Liquid Glasses. N. Skorina, A. Marchenko	40
<b>Universities for Industry</b>	
■ Engineer Computer Express–Method of Residual Stresses and Deformations Calculation for Butt Welds of Thin Plates. I. Pjatsev, V. Lysak	42
<b>Professional Training</b>	
■ Inter-Branch Training–Attestation Center of the E.O. Paton Electric Welding Institute of The National Academy of Sciences of Ukraine: Training Programs for year 2002	44
<b>From history of welding</b>	
■ The Power of Thermit Mixture Serves Welding. N. Beketov, G. Goldschmidt	46
<b>Jubilees</b>	
■ Jaroslav Yuzkiv Jubilee	47
■ 75th anniversary of A. Potapievskiy	47

# НОВОСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

## Электронно-лучевая сварочная аппаратура ЭЛА-6, ЭЛА-30В, ЭЛА-60В, ЭЛА-120

ОАО «Сэлми» (Сумы) совместно с Институтом электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины разработан и производится типоразмерный ряд аппаратуры для электронно-лучевой сварки металлов толщиной 0,1–400 мм в вакууме при давлении  $133 \cdot 10^{-2}$ – $133 \cdot 10^{-5}$  Па ( $10^{-2}$ – $10^{-5}$  мм рт. ст.).

Аппаратура состоит из сварочной электронной пушки, формирующей мощный аксиально-симметричный электронный пучок, высоковольтного источника питания и системы управления. Сварочную электронную пушку можно устанавливать как внутри на роботизированном манипуляторе, так и неподвижно на стенке вакуумной камеры в любом пространственном положении. Высоковольтный источник питания сварочной электронной пушки имеет систему подавления высоковольтных пробоев, что исключает появление дефектов в сварном шве из-за прерывания процесса сварки. Система управления позволяет осуществлять программирование процесса сварки, наведение электронного пучка на стык свариваемых деталей, наблюдение сварного шва, одно- и двухкоординатную развертку электронного пучка.

■ #141

ОАО «Сэлми» (Сумы)

## Комплекс для очистки и защиты листового и профильного проката

ОАО «Техтрансмаш» освоило производство технологической линии, предназначеннной для газопламенной сушки, дробеметной очистки и пассивирования листового, профильного проката и гнутых профилей. Комплексная обработка поверхности металла обеспечивает ее защиту от коррозии при последующих технологических операциях и улучшает качество нанесения лакокрасочного покрытия.

Камеры сушки 3 (рисунок), дробежной очистки 2 и пассивирования 1 связаны единой транспортной системой, состоящей из шлеппера 6 с подъемными вставками,

Техническая характеристика:	ЭЛА-6	ЭЛА-30В	ЭЛА-60В	ЭЛА-120
Максимальная мощность электронного пучка, кВт	6	30	60	120
Ускоряющее напряжение, кВ	60	60	60	60
Ток электронного пучка, мА	0,1–100	1–500	1–1000	1–1000
Относительная нестабильность ускоряющего напряжения, %	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
Относительная нестабильность тока электронного пучка, %	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
Максимальный угол отклонения электронного пучка, °	$\pm 7$	$\pm 7$	$\pm 7$	$\pm 7$
Частота развертки электронного пучка, Гц	$800 \pm 50$	$800 \pm 50$	$800 \pm 50$	$800 \pm 50$
Время программного нарастания тока электронного пучка в начале сварки, с	1–8	1–8	1–8	1–8
Время программного спада тока электронного пучка и изменения тока фокусировки в конце сварки, с	2–140	2–140	2–140	2–140
Время срабатывания вакуумного клапана сварочной электронной пушки, с	2	10	10	10
Расстояние от торца сварочной электронной пушки до свариваемого изделия, мм	50–450	100–500	100–500	100–500
Потребляемая мощность, кВ·А	10	57	90	220
Давление охлаждающей жидкости (воды), МПа	0,3–0,4	0,3–0,4	0,3–0,4	0,3–0,4
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	25	25	25	25
Масса, кг	1400	2700	3000	6000
Габаритные размеры, мм:				
электронной пушки	205×290×550	205×290×550	205×290×550	472×405×595
высоковольтного выпрямителя I	$857 \times 963 \times 866$	$1180 \times 1218 \times 1340$	$1064 \times 1372 \times 1355$	$1350 \times 1064 \times 1388$
высоковольтного выпрямителя II	–	–	–	$1294 \times 1270 \times 1388$
регулятора напряжения	–	660×862×1414	660×862×1502	$1034 \times 1572 \times 1480$
пульта	200×200×100	480×150×360	480×150×360	480×150×360
силового шкафа	650×850×1600	554×570×1408	554×570×1408	554×570×1648
ограничителя тока I	–	440×690×780	440×690×780	440×690×780
ограничителя тока II	–	–	–	440×690×780
шкафа управления	650×850×1600	$800 \times 1200 \times 1230$	$800 \times 1200 \times 1230$	$800 \times 1200 \times 1230$
Максимальная глубина проплавления, мм:				
углеродистых сталей	10	75	100	200
аустенитных сталей	15	90	120	250
титановых сплавов	20	110	150	300
сплавов на основе алюминия	25	150	200	400

портального листоукладчика 5 и рольгангов 4 и 7 с регулируемой скоростью перемещения. Листовой прокат толщиной до 12 мм укладывают на раму шлеппера в пачках. С помощью листоукладчика производят поштучный съем листов и их ориентированную укладку. Листы толщиной более 12 мм укладывают прямо на транспортный рольганг. Разборку пачек профильного проката производят оператор с помощью специального приспособления.

### Техническая характеристика:

Максимальные размеры

обрабатываемого материала, мм:

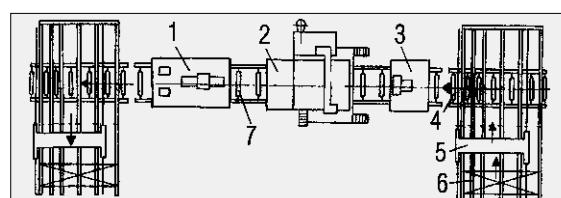
листовой прокат . . . . .  $8000 \times 2000 \times 40$

профильный прокат (длина) . . . . . 13 500

Скорость перемещения

материала, м/мин . . . . . 0,6–3,5

Установленная мощность, кВт . . . . . 287



### Габаритные размеры

линии, мм . . . . . 52850×17350×6820

Масса, т . . . . . 130

Численность обслуживающего

персонала, чел . . . . . 4

Линия работает в ручном и механизированном режимах. Предусмотрен реверс транспортного рольганга для повторной очистки. Технологическое оборудование линии оснащено автономными системами вентиляции и улавливания пыли. ■ #142

ОАО «Техтрансмаш» (Кременчуг)

## Установка для воздушно-плазменной резки УВПР-2001

При воздушно-плазменной резке скорость резания может быть в 3–5 раз больше, чем при газовой, при более высоком качестве реза. Не требуются дорогостоящие, технологически опасные и экологически вредные материалы, используется только электроэнергия и сжатый воздух.

Установку УВПР-2001 применяют практически на всех этапах изготовления металлоизделий в промышленности, коммунальном хозяйстве, строительстве и конверсионных технологиях.

По сравнению с применяемой в настоящее время газовой ручной разделкой установка имеет следующие преимущества:

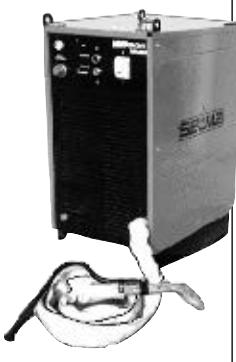
- отсутствие необходимости подготовительных работ при резке загрязненных, окрашенных, покрытых любым способом металлов и сплавов;
- большую скорость и высокое качество реза при минимальных затратах;
- отсутствие деформации и необходимости правки;
- минимальные потери материалов;
- незначительную последующую обработку для сварочно-сборочных операций;
- высокую надежность и больший срок службы;
- низкие эксплуатационные расходы.

В установке УВПР-2001 нашли применение следующие технические решения:

- бесконтактная система поджига дуги;
- ступенчатое регулирование тока резки (2 ступени);
- использование контрольных приборов для определения параметров сжатого воздуха;
- контроль давления воды;
- защита силовых узлов от тепловых перегрузок.

■ #143

Фирма «СЭЛМА» (Симферополь)



### Техническая характеристика УВПР-2001:

Напряжение питающей сети, В . . . . .	3×380
Частота питающей сети, Гц . . . . .	50
Максимальная толщина разрезаемого металла, мм . . . . .	90
Сила тока резки, А: 1 ступень (при ПВ=100%) . . . . .	200
2 ступень (при ПВ=60%) . . . . .	300
Напряжение холостого хода, В, не более. . . . .	300
Потребляемая мощность, кВ·А . . . . .	85
Расход сжатого воздуха, л/мин . . . . .	65
Давление сжатого воздуха, МПа, не менее . . . . .	0,55
Габаритные размеры, мм, не более . . . . .	800×620×1050
Масса, кг, не более . . . . .	360

## Многофункциональная установка газопламенного напыления

### «Техникорд ТОП-ЖЕТ/2»

Предназначена для распыления гибких шнуровых материалов диаметром от 3,0 до 5,0 мм и металлических проволок диаметром от 1,5 до 5,0 мм с целью нанесения покрытий для защиты поверхности деталей от абразивного, коррозионно-механического, эрозионного изнашивания, кавитации, фреттинг-коррозии, изнашивания при трении скольжения, окисления и высокотемпературной газовой коррозии, коррозионного воздействия различных сред, а также для ремонта изношенных деталей с одновременным улучшением эксплуатационных свойств поверхности деталей.

Установка включает пистолет-распылитель «ТЕНА ТОП-ЖЕТ/2», пульт управления ПУ-99 рабочими газами. На стойке предусмотрены крепления для установки двух стандартных еврокатушек с гибким шнуровым материалом или проволокой. Пистолет-распылитель соединяют с пультом управления шлангами с быстросъемными разъемами для кислорода, горючего газа (ацетилена, пропана) и сжатого воздуха. Кислород и горючий газ подают по шлангам на пульт управления от стандартных газовых баллонов, оснащенных редукторами. Сжатый воздух, подаваемый от компрессора, предварительно очищают от следов масла и влаги, после чего он поступает по шлангу на вход блока подготовки воздуха пульта управления рабочими газами.

Установка изготовлена в климатическом исполнении УХЛ по ГОСТ 15150–69 и предназначена для эксплуатации при температуре воздуха от +5 до +35 °C, относительной влажности воздуха 80±15% при +20 °C и атмосферном давлении от 84,0 до 106,7 кПа. Установку нужно эксплуатировать в среде, не содержащей паров кислот, щелочей и других едких жидкостей.

Для нормальной работы необходимо обеспечить подачу:

- сжатого воздуха, очищенного от капельной влаги и механических включений, не ниже требований 12 класса загрязненности по ГОСТ 17433–80 или газообразного азота по ГОСТ 9293–74;
- кислорода технического по ГОСТ 5583–78;

■ ацетилена технического по ГОСТ 5457–75 или пропана технического по ГОСТ 20448–80.

### Техническая характеристика:

Давление рабочих газов, МПа (кг/см<sup>2</sup>), не более:

кислорода . . . . .	0,5 (5,0)
ацетилена . . . . .	0,15 (1,5)
пропана . . . . .	0,3 (3,0)
сжатого воздуха . . . . .	0,6 (6,0)

Расход рабочих газов, м<sup>3</sup>/ч, не более:

кислорода . . . . .	6,0
ацетилена . . . . .	1,5
пропана . . . . .	2,0
сжатого воздуха . . . . .	40,0

Время непрерывной работы, ч, не менее . . . . . 8

Производительность по распыляющему материалу, м<sup>2</sup>/ч на 100 мм:

шнуровых материалов «Сфекорд-Керамика» (Ø4,75 мм) . . . . .	0,8–1,3
шнуровых материалов «Сфекорд Рок-Дюр» (Ø4,75 мм) . . . . .	3,0–6,5
шнуровых материалов «Сфекорд-Экзо» (Ø4,75 мм) . . . . .	2,5–8,0
алюминия (проводка Ø3,17 мм) . . . . .	12,5
бронзы (проводка Ø3,17 мм) . . . . .	8,8
молибдена (проводка Ø3,17 мм) . . . . .	3,1
стали с 13% хрома (проводка Ø3,17) . . . . .	6,1

Габаритные размеры, мм:

пистолета-распылителя «ТЕНА ТОП-ЖЕТ/2» . . . . .	265×90×260
пульта управления ПУ-99 рабочими газами . . . . .	460×125×330
стойки . . . . .	480×450×950

Масса (без шлангов), кг, не более:

пистолета-распылителя «ТЕНА ТОП-ЖЕТ/2» . . . . .	2,5
пульта управления ПУ-99 рабочими газами . . . . .	6,4
стойки . . . . .	10,1

Принцип работы пистолета-распылителя «ТЕНА ТОП-ЖЕТ/2» состоит в том, что смесь кислорода с горючим газом поступает в горелку, где ее поджигают. В образовавшийся высокотемпературный газовый поток подается порошковый материал, сформированный в гибкий шнур, или проволока, которые расплавляются и наносятся на поверхность основы, образуя покрытие. Сжатый воздух, подаваемый в горелку, обеспечивает охлаждение сопловой части, обжигание высокотемпературной газовой струи и повышение скорости частиц распыляемого материала.

■ #144  
ООО «СП ТЕХНИКОРД»  
(Люберцы, Московская обл.)

## Автомат А1416М

Модернизированный автомат А1416М предназначен для автоматической дуговой сварки на постоянном токе плавящимся электродом под слоем флюса и обладает следующими преимуществами:

- независимый подъем сварочной головки (флюсбункер, пульт управления и кассета с электродной проволокой закреплены неподвижно на тележке перемещения);
- механизированная и ручная системы поперечного перемещения сварочной головки;
- система слежения за прямолинейными швами, построенная на бесконтактных датчиках, позволяющая отслеживать геометрию места сварки.

### Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети	380
трехфазного переменного тока, В .	380
Частота питающей сети, Гц .	50
Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А .	1000
Диаметр электродной проволоки, мм .	2-5
Диапазон скоростей, м/ч:	
подачи электродной проволоки .	45-510
сварки .	12-120
Регулировка скорости подачи электрода .	Плавная
Регулировка скорости сварки .	Ступенчатая
Вертикальное перемещение сварочной головки:	
ход, мм .	250
скорость, м/мин .	0,49
Поперечное перемещение сварочной головки:	
ход, мм .	100
скорость, м/мин .	7,2-28
Способ слежения за стыком .	Индукционный
Вместимость флюсбункера, л .	25
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина .	1340
ширина .	800
высота .	2680
Масса (без электродной проволоки и флюса), кг .	320

**С. В. Дух, ОАО «КЗЭСО» (Каховка)** ■ #145



## Полуавтоматическая линия для восстановления локомотивных коленчатых валов

Проблема восстановления тяжелонагруженных дизельных коленчатых валов локомотивов решена с использованием технологии и аппаратуры сверхзвуковой электродуговой металлизации УСМ-4, разработанных НПП ТОПАС. Основной недостаток электродугового напыления, связанный с выгоранием легирующих элементов распыляемого металла проволок под действием струи воздуха, преодолен благодаря использованию в качестве распыляющего газа сверхзвукового потока горячих продуктов сгорания метана с воздухом (восстановительная среда). В этом случае снижение содержания углерода падает с 40-60% до 3-6%, а кремния и марганца — с 20-25% до 2-3%. Данная технология позволила получить композиционные покрытия из порошковой проволоки с достаточно большим запасом прочности и высокими триботехническими характеристиками. Отличительной особенностью таких покрытий является однородная структура, низкая (примерно 1,5%) пористость, равномерное распределение свободного графита. Благодаря этому покрытие выдерживает длительные высокие циклические нагрузки, имеющие место при работе мощных дизелей.

АО «УкрИСП» спроектировало и изготвило промышленную полуавтоматичес-

кую линию для восстановления изношенных поверхностей шеек коленчатых валов дизелей 12VFE 17/24 дизель-поездов Д1 венгерского производства, а также любых других коленчатых валов меньших размеров. Возможна также обработка других изделий цилиндрической формы, изделий со смещенными центрами относительно основной оси, если их габариты и масса находятся в пределах значений, указанных в технической характеристике, а технология обработки соответствует техническим параметрам. Линия содержит полуавтоматы металлизации и абразивно-струйной обработки. Полуавтоматы предназначены для работы в комплекте с программируемым контроллером РК 5100 и сверхзвуковой электродуговой установкой металлизации УСМ-4.

Полуавтомат металлизации — это сборочный комплекс,ключающий камеру металлизации, аспирационную установку, шкаф управления, электрооборудование, установку сверхзвуковой металлизации УСМ-4, систему воздуховодов и ограждений. Камера металлизации обеспечивает защиту обслуживающего персонала и окружающей среды от опасных и вредных воздействий процесса металлизации.

### Техническая характеристика:

Максимальные габаритные размеры обрабатываемых коленчатых валов, мм:	
длина .	1904
диаметр шеек .	140
диаметр при вращении	
относительно шатунной шейки .	580
ширина шейки .	100

расстояние между осями коренных и шатунных шеек (радиус кривошипа) . 120

Масса коленчатого вала (максимальная), кг . 240

Частота вращения коленчатого вала, об/мин . 15-375

Скорость продольного рабочего возвратно-поступательного перемещения металлизатора, мм/с . 5-25

Скорость продольного маршевого перемещения металлизатора, мм/с . 100

Дистанция напыления, мм . 150-300

Угол наклона металлизатора к продольной оси коленчатого вала, град . ± 15

Длина рабочего перемещения металлизатора, мм . 2015

Длина перемещения металлизатора до упора, мм . 2380

Высота подъема манипулятора, мм:

максимальная . . . . . 370

минимальная . . . . . 190

Количество точек позиционирования манипулятора, не менее . . . . . 11

Давление сжатого воздуха

на входе, МПа . . . . . 0,5-0,63

Расход сжатого воздуха при давлении 0,5-0,63 МПа, м<sup>3</sup>/ч . . . . . 50

Потребляемая мощность, кВт, не более . . . . . 15

Габаритные размеры полуавтомата, мм, не более: длина . . . . . 4580

ширина . . . . . 5360

высота . . . . . 2600

Масса полуавтомата, кг . . . . . 6670

**С. В. Петров, А. Г. Сааков,**

**НПП ТОПАС (Киев), В. Г. Фартушный,**

**Г. И. Лашенко, Ю. А. Никитюк,**

**АО «УкрИСП» (Киев)** ■ #146

## Телевизионный эндоскоп для визуального контроля труднодоступных объектов

Новая модель прибора для визуально-оптического контроля качества основного металла и металла сварных швов ТЭ-1В (рис. 1) представляет собой видеоконтрольное устройство (ВКУ), состоящее из монитора со встроенным инверторным блоком питания, видео-приемного устройства (ВПУ) и устройства перемещения (ВПУ).

ТЭ-1В может работать от сети переменного тока в стационарных условиях. Аккумулятор обеспечивает автономное питание и позволяет использовать телевизионный эндоскоп в полевых условиях.

Приемное устройство телевизионного эндоскопа ТЭ-1В состоит из двух блоков. Первый — видеокамера и лампочки подсветки, расположенные в корпусе, которые обеспечивают контроль поверхности исследуемого объекта перпендикулярно к продольной оси. Как правило, расстояние от объектива до поверхности исследуемого объекта невелико, поэтому объектив видеокамеры настраивают на расстояние 5–7 мм, подсветка обеспечивает освещение поверхности исследуемого объекта в ближней зоне. Второй — видеокамера и светодиоды подсветки, имеющие сфокусированный направленный пучок света, включая токоограничивающий элемент, что обеспечивает контроль состояния поверхности вдоль продольной оси. Видеокамера оснащена широкугольным объективом (изображение объектов, находящихся на рассто-

янии более 30–60 мм от объектива, всегда сфокусировано), поэтому особые требования предъявляются к подсветке.

ВПУ крепят к жесткой штанге, которая обеспечивает перемещение вдоль объекта контроля. Также возможно крепление гибкой штанги к ВПУ, что позволяет проводить осмотр внутренних полостей объектов контроля (ОК), имеющих сложную геометрию.

### Техническая характеристика:

Монитор (плоский

черно-белый кинескоп):

диагональ, см ..... 9

разрешение, ТВ-линий ..... 450

Разъемы для подключения

видеокамер:

напряжение, В ..... 1,0

входное сопротивление, Ом ..... 75

Напряжение питания видеокамер

и лампочек (светодиодов)

подсветки, В ..... -12

Источник питания переменного тока:

напряжение,

В (Гц) ..... 210–240 (50–60)

потребляемая мощность, Вт ..... 15

Источник питания постоянного тока:

напряжение, В ..... 12

потребляемая мощность, Вт ..... 7,5

Приемное устройство:

габаритные размеры ПЗС, мм ..... 4×6

разрешение, ТВ-линий ..... 420

минимальная

освещенность, лк ..... 0,05

Габаритные размеры эндоскопа

в упаковке, мм:

высота ..... 150

ширина ..... 340

глубина ..... 250

Масса, кг ..... 5

Прибор ТЭ-1В позволяет производить визуальный контроль трудно-

доступного, удаленного пространства, объектов различного назначения, например, труб теплообменников, промышленных коммуникаций, цистерн, баков, труб большого диаметра, полостей различных конструкций. Возможно также его использование при таможенном осмотре.

Прибор определяет различные типы дефектов: трещины, раковины, коррозионные язвы, дефекты внутренних покрытий и многие другие. С помощью эндоскопа можно измерить размеры дефекта.

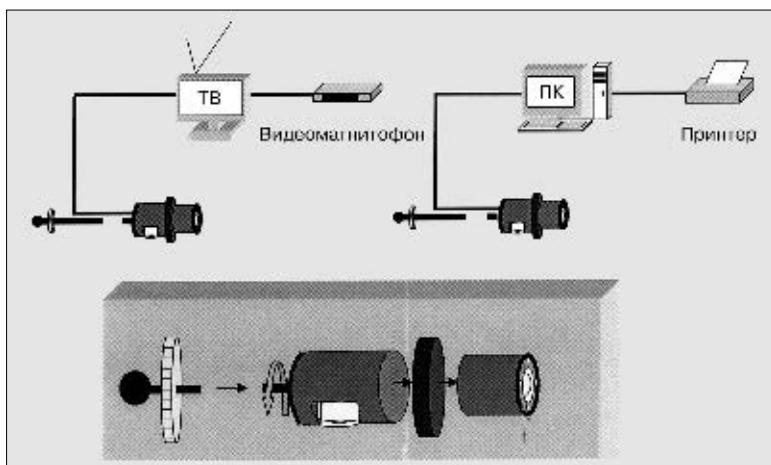
Сигнал с ВПУ можно передать на видеомагнитофон и персональный компьютер (рис. 2), а специальное программное обеспечение позволяет вывести на монитор изображение с двух видеокамер одновременно и провести анализ полученной информации. Результаты контроля можно сохранять в памяти, что дает возможность повторного просмотра полученной информации, а также вывод ее на принтер. Новая модель — «Телевизионный эндоскоп ТЭ-1В» объединила в себе преимущества предыдущих эндоскопов. При использовании видеокамеры с малогабаритным, портативным монитором (диагональ экрана 9 см) и двухсторонней подсветки места контроля было получено хорошее изображение с увеличением в 6–10 раз и уменьшением технологического отверстия в исследуемом объекте до 25 мм.

Стоимость ТЭ-1В невысока. Качество изображения выше, чем при применении волоконно-оптического эндоскопа. ■ # 147

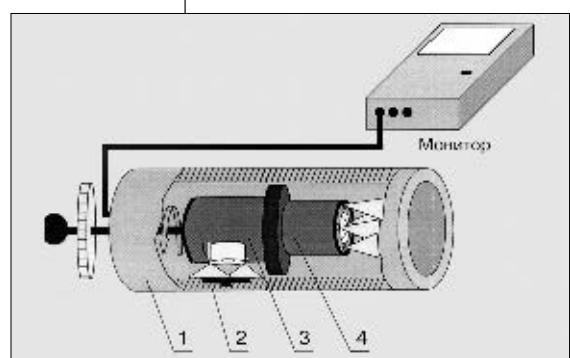
**Б. А. Троицкий, В. И. Загребельный,  
А. И. Дзыганский, Д. А. Кульчицкий,  
Ю. А. Воронина,**

**ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины**

Рис. 2. Использование телевизора (ТВ) и персонального компьютера (ПК) для визуализации и обработки информации о дефекте



**Рис. 1.  
Схема ТЭ-1В:  
1 — объект  
контроля;  
2 — дефект;  
3 — видеокамера с собствен-  
ной подсветкой  
(для контроля  
внутренней  
поверхности с близкого  
расстояния);  
4 — видеокамера с собствен-  
ной подсветкой  
для осмотра  
общего вида  
объекта  
контроля**



## Вакуумные установки для нанесения покрытий

Сморгонский завод оптического станкостроения разработал и производит установки для нанесения тонкопленочных покрытий различными вакуумными методами испарения: резистивным, электронно-лучевым, ионно-плазменным, электродуговым, магнетронным. Установки имеют ионную очистку обрабатываемых изделий. Некоторые могут выполнять фотометрический контроль толщины наносимых покрытий.

Покрытия можно наносить на изделия из пластмасс, стекла, керамики, на инструмент, оптические детали, элементы

ты силовой электроники, детали автомобилей, мебельную фурнитуру, посуду, игрушки, украшения, зеркала и др. с различным функциональным назначением: декоративное, защитно-декоративное, износстойкое, теплозащитное, отражающее, просветляющее. Для покрытия используют многие материалы: диэлектрики, полупроводниковые материалы, титан, нитрид и карбид титана, цирконий и его соединения, молибден, tantal, ванадий, вольфрам, алюминий, медь и др. Покрытия могут быть однослойными и многослойными. ■ #148

Сморгонский завод  
оптического станкостроения  
(Сморгонь, Республика Беларусь)

### Техническая характеристика установок:

	ВУ-1А	ВУ-1АМ	ВУ-1БС	ВУ-2М	ВУ-2МИ	ВУ-2МБС	ВУ-700Д	ВУ-1100Д
Давление, Па . . . . .	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Тип и количество испарителей . . . . .	Резистивный - 2, . . . . .	Резистивный - 2, . . . . .	Ионно- . . . . .	Резистивный - 1, . . . . .	Резистивный - 1, . . . . .	Электро- . . . . .	Магнетронный - 2, . . . . .	Магнетронный - 2, . . . . .
испарителей	электронно- . . . . .	электронно- . . . . .	плазмен- . . . . .	электронно- . . . . .	электронно- . . . . .	дуговой - 4	ионно- . . . . .	электродуговой - 1, . . . . .
лучевой - 1 . . . . .	лучевой - 1 . . . . .	лучевой - 1 . . . . .	лучевой - 2 . . . . .	лучевой - 2 . . . . .	лучевой - 2 . . . . .	лучевой - 2 . . . . .	плазменный - 2 . . . . .	ионно-плазменный - 1 . . . . .
Температура нагрева, °С . . . . .	100-320 . . . . .	320 . . . . .	- . . . . .	320 . . . . .	320 . . . . .	320 . . . . .	- . . . . .	- . . . . .
Внутренние размеры								
вакуумной камеры, мм . . . . .	- . . . . .	- . . . . .	- . . . . .	$\varnothing 700$ . . . . .	$\varnothing 700$ . . . . .	$\varnothing 700 \times 776$ . . . . .	$\varnothing 700 \times 700$ . . . . .	$\varnothing 1100 \times 1900$ . . . . .
Потребляемая мощность, кВт . . . . .	$\leq 20$ . . . . .	20 . . . . .	25 . . . . .	30 . . . . .	32 . . . . .	40 . . . . .		15-80 . . . . .
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup> . . . . .	$\leq 6$ . . . . .	6 . . . . .	10 . . . . .	6 . . . . .	6 . . . . .	17 . . . . .		16-22 . . . . .
Масса, кг . . . . .	$\leq 1650$ . . . . .	$\leq 2600$ . . . . .	1750 . . . . .	1700 . . . . .	1970 . . . . .	2200 . . . . .	$\leq 2200$ . . . . .	$\leq 3500$ . . . . .

Примечания. 1. Производительность установок: ВУ-1БС — 815 сверл  $\varnothing 5$  мм, ВУ-2МБС — 1800 сверл  $\varnothing 5$  мм.

2. Количество загружаемых в вакуумную камеру деталей диаметром 40 мм для установок: ВУ-1А — 70 шт., ВУ-1АМ — 50 шт.

3. Установка ВУ-1100Д предназначена для нанесения покрытий на плоские стекла максимальным размером 1400 (1700)×700 мм; максимальная площадь напыления за цикл 9 м<sup>2</sup>.

## Прибор ТР5014 для измерения твердости по методу Роквелла

Предназначен для измерения твердости по методу Роквелла металлов и сплавов, пластмасс, графита и электро-графита (в соответствии с ИСО 6508-86, ДИН 50 103 и АСТМ Е 18-74).

Прибор имеет электромеханический привод приложения и снятия основной нагрузки. Широкий диапазон измерения твердости по 15 шкалам Роквелла обеспечивается инденторами: алмазным наконечником и шариками диаметрами 1,588; 3,175; 5; 6,35; 10; 12,7 мм. Смена нагрузок производится поворотом рукоятки. Имеется подсветка места испытания.

Прибор содержит комплект принадлежностей для измерения металлов и

сплавов по методу Бринелля, который поставляется по специальному заказу.

### Технические данные:

Испытательные нагрузки, Н:

предварительная . . . . . 98,07

общие:

по методу Роквелла . . . . . 588,4;  
980,7; 1471

по методу Бринелля (с комплектом принадлежностей) . . . 612,9; 1226:1839

Пределы допускаемой погрешности испытательных нагрузок, %:

предварительной . . . . .  $\pm 2$   
общих:

по методу Роквелла . . . . .  $\pm 0,5$   
по методу Бринелля . . . . .  $\pm 1$

Пределы допускаемой погрешности прибора при поверке его образцовыми мерами твердости МТР-1 2-го разряда, единиц твердости:

по шкале A, мера твердости  
(83 $\pm$ 3) HRA . . . . .  $\pm 1,2$

по шкале B, мера твердости

(90 $\pm$ 10) HRB . . . . .  $\pm 2,0$

по шкале C:

мера твердости (25 $\pm$ 5) HRC<sub>3</sub> . . .  $\pm 2,0$

мера твердости: (45 $\pm$ 5) HRC<sub>3</sub> . . .  $\pm 1,5$

мера твердости (65 $\pm$ 5) HRC<sub>3</sub> . . .  $\pm 1,0$

Цена деления отсчетного устройства

(индикатора часового типа),

единиц твердости . . . . . 0,5

Время выдержки образца под действием общей нагрузки, с . . . . . от 0 до 99  $\pm 1$

Расстояние от вершины испытательного наконечника до рабочей поверхности стола, мм . . . . . от 0 до 200

Расстояние от оси испытательного наконечника до стенки корпуса, ограничивающее размер испытуемого

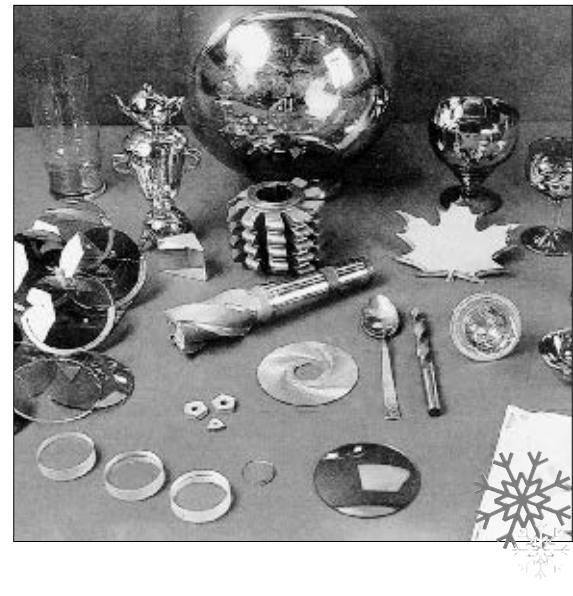
изделия, мм, не менее . . . . . 152

Потребляемая мощность, Вт, не более 60

Габаритные размеры, мм . . . . . 200 $\times$ 535 $\times$ 630

Масса, кг, не более . . . . . 85

«Инtron-СЭТ» (Донецк) ■ #149



ЛИДЕРЫ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

# 75 лет в строю

**Н**ынешний год стал знаменательным для коллектива АО «Днепровагонмаш» — завод отметил свое семидесятилетие.

С момента основания предприятия вагоностроители ДнепроГЗИ всегда были в авангарде научно-технического прогресса. Достаточно вспомнить, что первая цельнометаллическая платформа и поточная линия для производства вагонов были построены в конце 20-х гг. прошлого века, а первые сварочные аппараты для изготовления вагонных конструкций были внедрены в начале 30-х гг. В 1931 г. началось серийное производство цельносварных платформ, поэтому 2001 г. стал юбилейный и для сварщиков завода. Сварочное производство завода всегда использовало современные достижения в области сварки и родственных технологий. «Первыми применили», «первыми освоили» производство нового типа вагона, «первыми внедрили» новую технологию, — эти понятия наиболее полно характеризуют стремление коллектива завода..

Технический уровень развития завода во многом определяется состоянием сварочного производства, поскольку сварка является основным технологическим процессом при изготовлении вагонов всех типов. Поэтому особая ответственность возлагается на отдел главного сварщика.

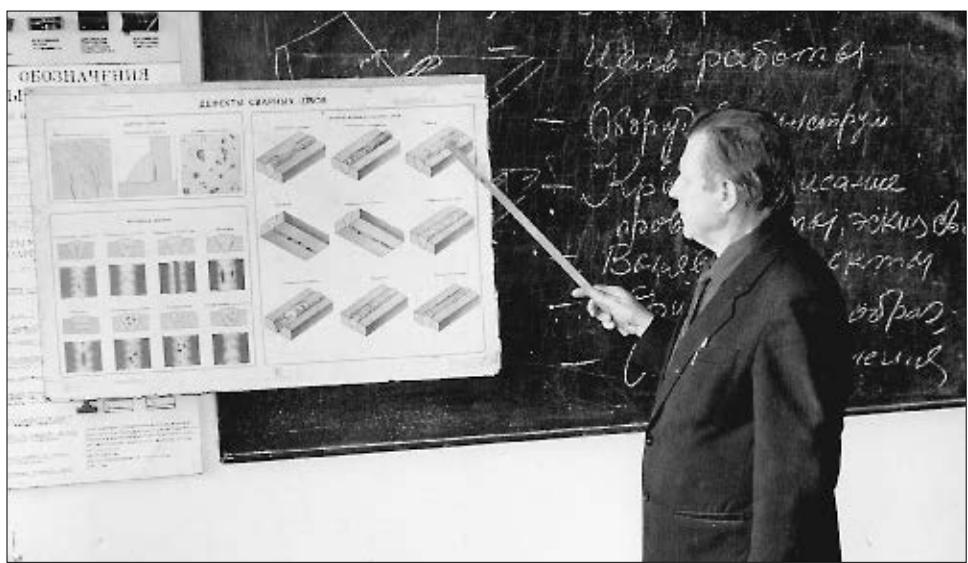
**В. И. Васильев**  
на занятиях  
с сотрудниками  
отдела

В начале 60-х гг. на базе электросварочного бюро отдела главного механика был создан отдел главного сварщика, который возглавил высококвалифицированный, инициативный инженер — **Василий Иванович Васильев**. Сегодня ветеран завода В. И. Васильев находится на заслуженном отдыхе, однако, постоянно поддерживает связь с заводом, коллективом отдела главного сварщика. К юбилею завода он подготовил воспоминания о становлении сварочного производства в 60—80-х гг. в вагоностроении, развитии отдела. Они будут полезны и интересны молодому поколению инженеров сварочного производства:

«В начале 60-х гг. перед заводом была поставлена задача, увеличить объем производства магистральных платформ нового поколения. Это можно было осуществить за счет внедрения комплекса технологических мероприятий и, прежде всего, путем применения прогрессивных сварочных технологий. Ни у кого не вызывало сомнения, что технологии, созданные в Институте электросварки им. Е. О. Патона, являются современными и без их внедрения невозможна качественная модернизация сварочного производства завода. Было установлено сотрудничество со многими отделами института. Результаты подобного научно-производственно-

го сотрудничества трудно переоценить. С тех пор завод стал «полигоном» для промышленного опробования нового оборудования, сварочных материалов и технологий, созданных в институте. Это сотрудничество сохранилось и сегодня, несмотря на все трудности последних лет.

Внедрение новых технологий это не только оборудование и материалы, но и новый опыт, новые знания, которые должны были приобрести специалисты завода, и прежде всего работники отдела сварки. Необходимо было одновременно готовить производство и учиться. Здесь неоценимую помощь оказали ученые и инженеры Института электросварки. Несомненно, подобные контакты были полезны для обеих сторон. В результате совместных работ были внедрены оборудование, проволока и флюс для автоматической сварки элементов хребтовой балки, высокопроизводительные электроды марки АНО-1 для ручной дуговой сварки рамы платформы. Эти электроды впервые были применены на заводе для сварки вагонных конструкций из низколегированных сталей. Позже их начали использовать и на других вагоностроительных заводах. Для сварки высокопроизводительными электродами потребовалось оснастить сборочно-сварочные цеха новыми трансформаторами на 500 А. В середине 60-х гг. была создана технологическая лаборатория сварки, что позволило ускорить процесс внедрения новых технологий и расширить возможности отдела. В те же годы на заводе начали применять механизированную сварку в  $CO_2$  низколегированной проволокой диаметром 2,0 мм. Освоение новых типов вагонов для транспортировки промышленных грузов требовало создания новых установок, прежде всего, для автоматической сварки. Так были созданы установки для сварки полок двутавра на базе сварочного трактора ТС-32, для сварки хребтовой балки на базе трактора



ТС-17, для сварки боковых стенок бункера вагона для перевозки битума на базе автомата АДС-1000.

В начале 70-х гг., когда технологическая лаборатория сварки была переоснащена и укомплектована самым современным на то время оборудованием, выпускаемым в стране, началось освоение новых способов сварки. В частности, механизированная сварка порошковой проволокой опор нефтебитумного вагона, хребтовых балок платформ под цистерны и т. п. Строится станция получения углекислого газа, и создается система централизованного обеспечения им всех сварочных участков.

Впервые в отечественном вагоностроении в результате совместных усилий работников завода и специалистов Института электросварки, а также Кировского ПКТИтяжмаша и Днепропетровского НИИЧермета была разработана и внедрена комплексно-механизированная линия сборки и сварки основных узлов универсальной магистральной платформ. Внедрение новых линий позволило не только значительно увеличить выпуск продукции, но и обеспечить стабильное качество сварных соединений, и повысить эксплуатационную надежность магистральных платформ.

Мне, как и другим ветеранам предприятия, приятно осознавать, что дело старшего поколения вагоностроителей продолжает сегодняшнее поколение работников завода. Отрадно, что наше предприятие — один из лучших заводов не только Украины и СНГ, но и дальнего зарубежья».

В начале 90-х гг. современные экономические условия потребовали новых технологических решений, обеспечивающих многонорматурный выпуск грузовых вагонов. И снова перед отделом главного сварщика, который ныне возглавляет ученик В. И. Васильева опытный инженер **Николай Михайлович Кононов**, ставятся задачи создания сборочно-сварочных технологических процессов, отвечающих современным экономическим требованиям. О настоящем и будущем сварочного производства завода рассказывает Н. М. Кононов:

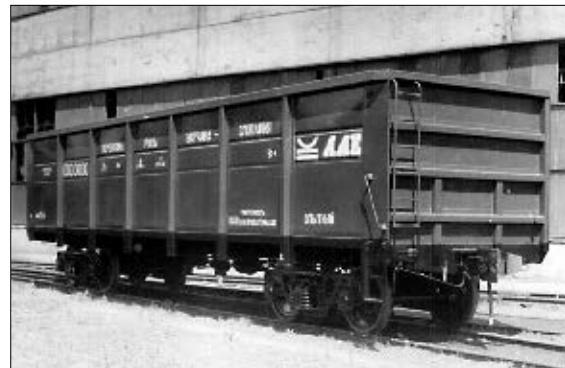
«В условиях снижения спроса на прежнюю продукцию нашего завода

и усиливающейся конкуренции необходимо было в кратчайший срок модернизировать технологии изготовления боковых и хребтовых балок вагонов. Охватить многообразие типо-размеров продольных элементов боковых и хребтовых балок стало возможным после внедрения новой технологии формообразования двутавров, которая стала основой при организации комплексно-механизированного участка изготовления боковых и хребтовых балок грузовых вагонов. Это позволило изготавливать сварные конструкции грузовых вагонов без значительных затрат времени на переналадку оборудования, что сократило сроки перехода с выпуска одного типа вагонов на другой.

Возвращаясь к прошлому, убеждаешься, что «живучесть» нашего предприятия и возможность встречи юбилея во многом определилась умелым менеджментом нынешнего руководства завода. Генеральный директор АО «Днепровагонмаш» Л. В. Лазарев смог объединить усилия работников и партнеров предприятия. Появились заказы на новые вагоны, причем повышенные требования предъявляли не только к надежности, но и к внешнему виду сварных швов.

Знаменательным для специалистов завода стал 1999 г., когда Межведомственная комиссия приняла новый полуwagon модели 12-4102, предназначенный для перевозки различных сыпучих кусковых грузов с механизированной погрузкой и разгрузкой их с помощью вагонопроизводителей. Новый полуwagon конкурентоспособен не только в СНГ, но и странах дальнего зарубежья. Для улучшения товарного вида сварных швов (одно из основных требований заказчиков) была применена механизированная сварка в смеси защитных газов  $Ar+CO_2+O_2$  проволокой диаметром 1,2 мм.

Традиционно освоение новых для завода технологий начинается с технологической лаборатории. Новые сварочные материалы попадают в руки опытного сварщика отдела С. А. Шейнмана — учителя многих заводских сварщиков. Если он одобрил сварочный процесс, то при его



внедрении в сборочно-сварочном цехе проблем не будет. Сварка в смеси защитных газов обеспечила хорошее формирование и внешний вид сварных швов, снижение разбрызгивания электродного металла, уменьшение времени на подготовку шва и околосшовной зоны к покраске.

Сегодня основной задачей нашего производства является обновление основных фондов. В последние годы на предприятии мы установили новое сварочное оборудование отечественного и зарубежного производства. Большое внимание уделяем совершенствованию заготовительного участка. Здесь работают на современных установках для машинной резки, модернизированных наладчиками отдела сварки. Мы стараемся идти в ногу со временем, продолжаем активно сотрудничать со специалистами Института электросварки им. Е. О. Патона. Ежегодно участвуем в работе отраслевых выставок в различных регионах СНГ, где стремимся знакомить наших потенциальных партнеров не только с новыми разработками, но и перспективными направлениями сварочного производства предприятия».

**Редакция и редакция журнала «Сварщик» сердечно поздравляют сварщиков и весь коллектив АО «Днепровагонмаш» со знаменательным юбилеем завода и желаю новых производственных успехов в создании современных и конкурентоспособных вагонов.**

Редакция журнала «Сварщик» благодарит сотрудников заводской газеты «Вагонобудівник» за предоставленные материалы, использованные при подготовке статьи.

**Полувагон  
модели  
12-4102**

# Технологические свойства сварочных выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501

**А. Д. Глущенко, Л. С. Гриценко, С. В. Дух, ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования», Н. М. Воропай, А. А. Рева, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины**

**О**АО «Каховский завод электросварочного оборудования» (КЭЭСО) освоило серийное производство сварочных выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501 (рис. 1), предназначенных для механизированной дуговой сварки в углекислом газе и смесях газов на основе аргона электродной проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой. Универсальный выпрямитель КИУ-501 можно применять также для дуговой сварки под флюсом, ручной дуговой сварки покрытыми электродами и воздушно-дуговой резки угольным электродом. Оба выпрямителя питаются от трехфазной сети переменного тока напряжением 380 В и частотой 50 Гц.

Техническая характеристика сварочных выпрямителей приведена в табл. 1. Регулирование тока сварки в выпрямителе КИГ-401 ступенчатое. Оно производится с помощью двух кулачковых переключателей, установленных на лицевой панели выпрямителя. Регулирование напряжения и сварочного тока в выпрямителе КИУ-501 осуществляется плавно изменением угла включения тиристоров относительно напряжения питающей сети. Для улучшения стабиль-

ности зажигания и горения дуги, в т. ч. в режимах малых токов и напряжений, в схеме выпрямителя предусмотрена дополнительная отрицательная обратная связь по напряжению и узел ограничения ее действия.

Комплексные испытания сварочно-технологических свойств выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501 проведены в ИЭС им. Е. О. Патона в соответствии с ГОСТ 25616-83 «Источники питания для дуговой сварки. Методы испытания сварочных свойств». Для получения сравнительных данных в процессе испытаний использовали сварочные выпрямители ВС-400 и ВДУ-506. В качестве механизма подачи электродной проволоки диаметром до 1,4 мм применяли сварочный полуавтомат КП О04 с горелкой КГ 001 (обе разработки ОАО «КЭЭСО»). Защитным газом служили углекислый газ и смесь Ar+25%CO<sub>2</sub>; проволока Св-08Г2С диаметром 1,2 и 1,6 мм по ГОСТ 2246-70.

При испытаниях сварочно-технологических свойств выпрямителей КИГ-401

и КИУ-501 оценивали такие показатели по ГОСТ 25616-83:

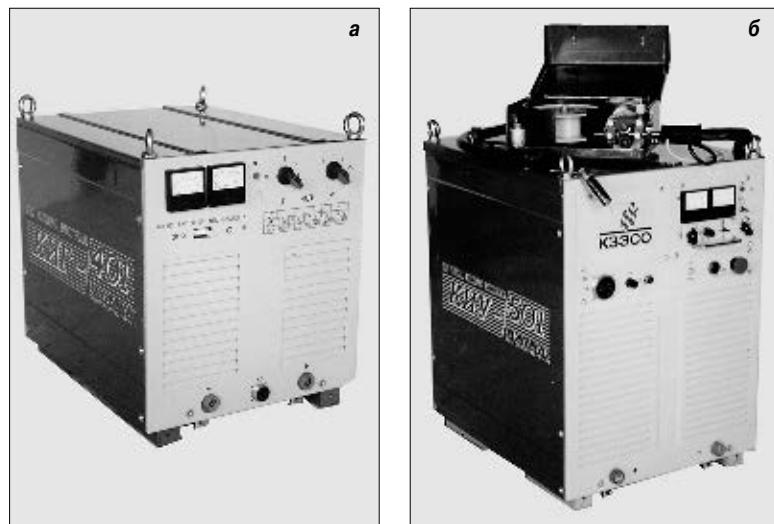
- надежность установления процесса сварки;
- потери металла на разбрзгивание и угар;
- качество формирования швов.

Валики наплавляли в автоматическом режиме на образцы из стали Ст3 длиной 350 мм, шириной 60 мм и толщиной 3; 6; 10 и 16 мм. Электрические параметры режимов сварки регистрировали с помощью контроль-тренажера ХК5000 разработки ИЭС им. Е. О. Патона и Института ядерных исследований НАНУ, который обеспечивает текущую цифровую индикацию значений напряжения на дуге и тока сварки, а также измерение усредненных значений длительности коротких замыканий дугового промежутка. Надежность установления процесса сварки оценивали по числу первоначальных замыканий дугового промежутка или обрывов дуги, происходящих с момента первого соприкосновения проволоки с образцом до установ-

**Таблица 1. Техническая характеристика сварочных выпрямителей**

Параметр	КИГ-401	КИУ-501
Потребляемая мощность, кВ·А, не более	28	40
Номинальный сварочный ток, А:		
при ПВ=100%	315	400
при ПВ= 60%	400	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	50–400	50–500
Напряжение холостого хода, В, не более	50	85
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	16–37	18–50
Габаритные размеры, мм, не более:		
длина	720	600
ширина	530	790
высота	652	860
Масса, кг, не более	175	260

**Рис. 1. Внешний вид выпрямителей КИГ-401 (а) и КИУ-501 (б)**



ления стабильного процесса. Коэффициент потерь металла на разбрзгивание и угар  $\Psi_p$  определяли весовым методом. Качество формирования швов оценивали визуально по внешнему виду наплавленного валика и отношению между высотой  $h$  и шириной  $b$ .

В табл. 2 представлены применяемые режимы автоматической сварки, а в табл. 3 — результаты сравнительных испытаний технологических свойств выпрямителей при сварке в  $\text{CO}_2$  на наиболее распространенных режимах. Анализ данных показывает, что при использовании выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501 во всем диапазоне режимов сварки зажигание дуги происходит практически мгновенно после одного—двух соприкосновений проволоки с поверхностью образца. По степени увеличения потерь электродного металла на разбрзгивание выпрямители можно расположить в следующем порядке: КИГ-401, КИУ-501, ВС-400 и ВДУ-506 (рис. 2). В обратном порядке следует расположить выпрямители по длительности коротких замыканий. На геометрическую форму шва тип источника питания не оказывает существенного влияния, хотя и наблюдается определенная тенденция улучшения коэффициента формы шва при использовании выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501 (табл. 3). Швы, выполненные ими, характеризуются равномерным формированием, гладкой или мелкочешуйчатой поверхностью и плавными переходами к основному металлу.

Важнейшим технологическим преимуществом выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501 является весьма стабильное горение дуги при сварке на малых токах (40–50 A) даже при применении электродных проволок диаметром 1,2 мм. Такой процесс сварки практически неосуществим при питании дуги от традиционного оборудования аналогичного назначения.

Проведенные всесторонние лабораторные испытания и промышленная проверка выпрямителей КИГ-401 и КИУ-501 в производственных условиях судостроительных предприятий Украины и России свидетельствуют об их широких технологических возможностях при выполнении швов, расположенных в нижнем, вертикальном и потолочном положениях. Выпрямители вполне пригодны для сварки в смеси защитных газов на основе аргона и

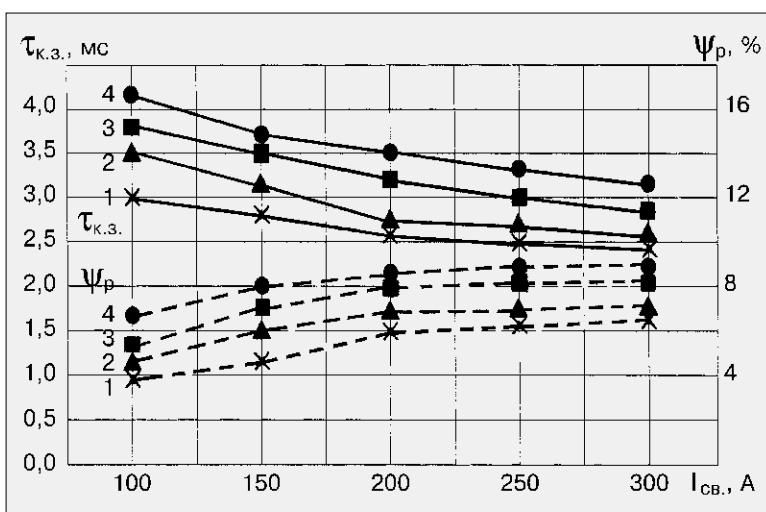
**Таблица 2. Режимы автоматической сварки**

Номер режима	Диаметр электродной проволоки, мм	Толщина пластин, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Вылет проволоки, мм	Расход газа, л/мин
1	0,8	3	70	18	7	5
2	1,2	3	100	20	15	10
3	1,2	6	150	22	15	10
4	1,2	10	200	24	15	12
5	1,2	10	250	26	15	15
6	1,2	16	300	27	16	18
7	1,6	16	400	34	20	20
8	1,6	16	500	38	20	20

Примечание. Скорость сварки 0,007 м/с; положение сварки — нижнее.

**Таблица 3. Результаты испытаний технологических свойств выпрямителей**

Номер согласно табл. 2	Тип выпрямителя	Число первоначальных замыканий, шт.	Коэффициент потерь электродного металла $\Psi_p$ , %	Ширина шва, b, мм	Высота шва, h, мм	Коэффициент формы шва $h/b$
2	КИГ-401	1–2	4,1	7,4	1,5	0,23
	КИУ-501	1–2	4,8	7,2	1,7	0,23
	ВС-400	2–3	5,8	6,5	1,9	0,30
	ВДУ-506	3–4	6,2	6,2	2,1	0,34
4	КИГ-401	1–2	6,4	10,6	2,0	0,19
	КИУ-501	1–2	7,0	10,5	2,3	0,22
	ВС-400	2–3	8,0	9,8	2,5	0,25
	ВДУ-506	3–4	8,5	9,0	2,7	0,30
6	КИГ-401	1–2	7,3	11,6	2,6	0,22
	КИУ-501	1–2	7,6	11,3	2,7	0,23
	ВС-400	2–3	9,6	10,6	2,9	0,26
	ВДУ-506	3–4	9,8	9,4	3,0	0,32
7	КИУ-501	1–2	8,8	9,2	2,5	0,27
	ВДУ-506	1–2	9,2	9,0	2,8	0,31
8	КИУ-501	1–2	8,3	8,5	2,3	0,27
	ВДУ-506	2–3	9,0	8,2	2,5	0,33



**Рис. 2.**  
**Зависимости длительности коротких замыканий дугового промежутка  $\tau_{\text{к.з.}}$  и коэффициента потерь электродного металла  $\Psi_p$  от сварочного тока при диаметре проволоки 1,2 мм: 1–4 — соответственно КИГ-401, КИУ-501, ВС-400 и ВДУ-506**

углекислого газа, в том числе в импульсном режиме горения дуги. При использовании соответствующих полуавтоматов со спаренными подающими роликами (на-

пример, полуавтомата КП 004) они обеспечивают стабильный процесс сварки порошковыми проволоками и проволоками из алюминиевых сплавов.

■ #151

# Аппарат воздушно-плазменной резки металлов «Патон ППР-200»

**Н. П. Гирич, С. М. Полищук, А. Н. Волков, инженеры,  
Б. В. Данильченко, В. А. Титов, кандидаты техн. наук, ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины**

**Т**ехнологические процессы воздушно-плазменной резки (ВПР) получили широкое распространение не только при изготовлении новых, но и при демонтаже, разделке и утилизации выработавших ресурс металлоконструкций.

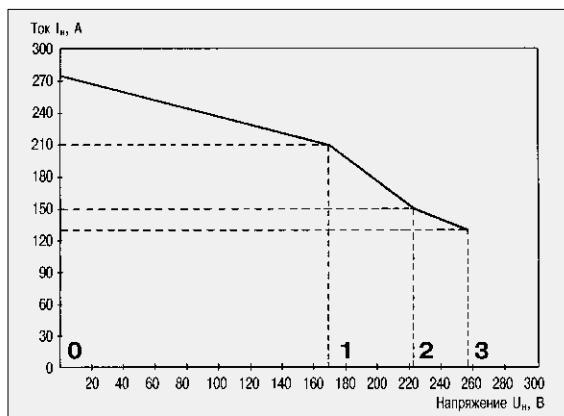
Опытным заводом сварочного оборудования (ОЗСО) ИЭС им. Е. О. Патона освоено серийное производство аппарата «Патон ППР-200» для ВПР конструкций из металлов малых и средних толщин. Новое оборудование должно заменить ранее выпускавшиеся аппараты серии «Киев-3, 4, 4М».

Конструктивно аппарат состоит из источника питания и плазмотрона ВПР-200 для ручной резки плазменной дугой постоянного тока прямого действия (рис. 1).

**Рис. 1.**  
Внешний вид  
аппарату  
воздушно-  
плазменной  
резки  
«Патон  
ППР-200»



**Рис. 2.** Нагрузочная вольт-амперная характеристика источника: 0-1 – режим поджига; 1-2 – режим резки металла; 2-3 – критический режим резки металла; 3 – автоматическое отключение источника



## Техническая характеристика

### «Патон ППР-200»:

Напряжение сети частотой 50 Гц, В . . . . .	380
Номинальный сварочный ток, А . . . . .	200
Потребляемая мощность, кВ·А . . . . .	60
Продолжительность нагрузки ПН, % . . . . .	60
Напряжение холостого хода, В . . . . .	300
Диапазон рабочих напряжений, В . . . . .	150–200
Расход плазмообразующего воздуха, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	2,0–2,5
Тип плазмотрона . . . . .	ВПР-11, ВПР-200
Толщина разрезаемого металла, мм:	
сталь . . . . .	3–50
медь . . . . .	2–25
алюминий . . . . .	2–50
Скорость резки стали толщиной 40 мм, м/ч . . . . .	30
Поджиг дуги . . . . .	Осциллятор
Охлаждение . . . . .	Водяное
Габаритные размеры, мм . . . . .	1300×800×950
Масса, кг . . . . .	350

Источник питания выполнен на базе специального силового трехфазного трансформатора, имеющего две группы вторичных обмоток. Каждая группа подключена к своему выпрямительному блоку. Выпрямительные блоки соединены между собой последовательно. Соединение двух групп вторичных обмоток силового трансформатора позволило

получить векторную диаграмму со сдвигом фаз токов и напряжений одной группы относительно другой. При сложении на выпрямительных мостах токов и напряжений получили нагрузочную вольт-амперную характеристику (рис. 2), определяемую конфигурацией камеры плазмотрона. Удалось также уменьшить величину пульсаций выпрямленного тока плазмотрона, что позволило исключить слаживающий дроссель, обеспечить устойчивое горение дуги и увеличить ресурс электрода и сопла.

Возбуждение дуги плазмотрона осуществляют с помощью блока поджига (осциллятора), при этом в источнике питания предусмотрена защита самого источника.

На передней панели источника смонтированы приборы управления, контроля и сигнализации, штуцера и гнезда для подключения всех необходимых коммуникаций.

Источник питания соединен с плазмотроном гибкой коммуникацией (шланговым пакетом). В коммуникацию входят: рукав подачи воды и рабочего тока, рукав возврата воды, рукав подачи сжатого воздуха, кабель дежурной дуги и кабель выносной кнопки «пуск», установленной на плазмотроне.

Конструктивно плазмотрон расположен в специальной электроизоляционной рукоятке, имеет термозащитный

## Техническая характеристика плазмотронов аппарата «Патон ППР-200»:

	ВПР-11	ВПР-15	ВПР-200
Мощность, кВт . . . . .	54 . . . . .	80 . . . . .	50 . . . . .
Рабочий ток, А . . . . .	100–250 . . . . .	315 . . . . .	100–250 . . . . .
Диапазон рабочих напряжений, В . . . . .	120–250 . . . . .	150–260 . . . . .	120–250 . . . . .
ПВ, % . . . . .	100 . . . . .	100 . . . . .	100 . . . . .
Охлаждение . . . . .	Водяное . . . . .	Водяное . . . . .	Водяное . . . . .
Расход охлаждающей воды, л/мин . . . . .	5 . . . . .	5 . . . . .	5 . . . . .
Давление охлаждающей воды, МПа . . . . .	0,4 . . . . .	0,3–0,5 . . . . .	0,4 . . . . .
Расход воздуха, л/мин . . . . .	50 . . . . .	50 . . . . .	50 . . . . .
Давление воздуха, МПа . . . . .	0,18–0,25 . . . . .	0,18–0,25 . . . . .	0,18–0,25 . . . . .
Вид резки . . . . .	Ручная . . . . .	Автоматическая . . . . .	Ручная . . . . .
Габаритные размеры, мм . . . . .	305×40×18 . . . . .	180×Ø65 . . . . .	305×40×180 . . . . .
Масса без коммуникаций, кг . . . . .	1,4 . . . . .	1,1 . . . . .	1,4 . . . . .

щиток, предохраняющий сопловой узел от брызг расплавленного металла, и ограничительные упоры.

При транспортировке плазмотрон размещают на задней панели источника в специально предусмотренном устройстве.

В плазмотроне применен медный электрод с циркониевой вставкой, обладающей высокой стойкостью к токовым нагрузкам. Электрод выдерживает не менее 200 включений на рабочем токе. Электрические параметры источника питания не позволяют полностью выгореть электроду, что обеспечивает его герметичность в течение всего срока эксплуатации.

Полуавтомат «Патон ППР-200» в зависимости от условий эксплуатации комплектуют плазмотронами ВПР-11, ВПР-200, ВПР-15 (рис. 3, соответственно а – в).

Аппарат «Патон ППР-200» можно также использовать при газотермическом напылении металлов и керамических покрытий, а также упрочнении и закалке. С этой целью аппарат комплектуют плазмотроном для напыления ПУН-1.

#### Техническая характеристика плазмотрона ПУН-1:

Рабочий ток, А.....	315
Мощность, кВ·А.....	80
Расход плазмообразующего газа, м <sup>3</sup> /ч: азот .....	3–5
при работе на смеси газов: воздух.....	3,9–8,7
природный газ, метан .....	0,1–0,7
пропан–бутан .....	0,038–0,30
Расход транспортирующего газа, м <sup>3</sup> /ч: азот.....	0,1–1,0
сжатый воздух (при работе на смеси) .....	0,1–1,0
Номинальная производительность, кг/ч: по оксиду алюминия .....	10
по самофлюсующимся сплавам ..	25
Удельное энергопотребление по напыленному материалу, кВт·ч/кг: по оксиду алюминия.....	7,5
по самофлюсующимся сплавам ..	3,2

По желанию заказчика аппарат «Патон ППР-200» комплектуют блоком автономного охлаждения «Патон БАО-420» (рис. 4), работающим на воде или антифризе. Блок обеспечивает эффективное охлаждение сварочного инструмента, экономичен и мобилен.

#### Техническая характеристика блока автономного охлаждения «Патон БАО-420»:

Напряжение однофазной сети частотой 50 Гц, В .....	220
Мощность насоса, Вт .....	370
Продолжительность нагрузки ПН, % .....	100
Потребляемая мощность, кВ·А, не более .....	0,64
Давление охлаждающей жидкости, МПа .....	0,4
Наибольший теплоотбор, кВт .....	5
Расход охлаждающей жидкости, л/мин .....	4–12
Вместимость бака, л .....	20
Степень защиты .....	IP22
Габаритные размеры, мм .....	760×585×500
Масса без охлаждающей жидкости, кг .....	20

Комплектация аппарата «Патон ППР-200» компрессором и дизельной электростанцией позволяет использовать его в полевых условиях.

Область применения аппарата «Патон ППР-200»: качественная резка в заготовительном производстве машиностроения, резка и напыление в пищевой и химической промышленности, ремонт тепло- и водопроводных труб в коммунальном хозяйстве, ремонт нефте–газопроводов и компрессорных станций, утилизация металлоконструкций (вагонов, судов, самолетов, ферм мостов и другой отработавшей срок техники).

Технологические возможности аппарата «Патон ППР-200» показаны на рис. 5.

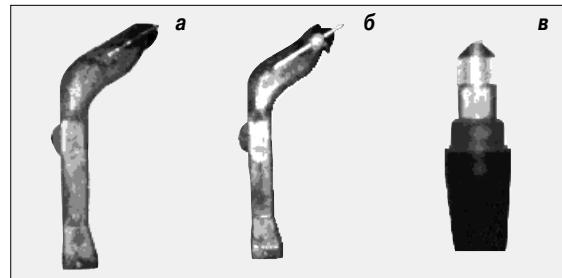
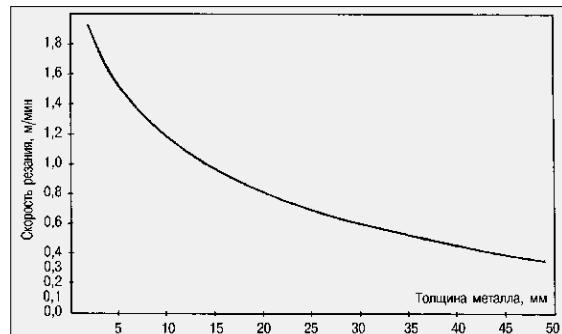


Рис. 3.  
Плазмотроны  
аппарату  
«Патон  
ППР-200»



Рис. 4. Блок  
автономного  
охлаждения  
«Патон  
БАО-420»



Аппарат «Патон ППР-200» отличается надежностью, простотой в обслуживании, экономной массогабаритной характеристикой, что позволяет его применять при монтаже и демонтаже металлоконструкций в полевых условиях и в заводских цехах. Промышленная эксплуатация аппарата на АО «Криворожсталь», Вольногорском горно–металлургическом комбинате, предприятиях «Киевэнерго» подтвердила его высокие технические характеристики.

■ #152

**ООО «Днепрсварка»**

◆ Генераторы АСП ◆ Горелки ◆ Резаки ◆ Редукторы ◆ Карбид ◆ Рукава ◆

19129 г. Днепропетровск, ул. Паникахи, 2  
тел.: (056) 744-96-45, 744-96-46

<http://www.svarka.dp.ua>  
E-mail: svarka@a-teleport.com

# Улучшение потребительских характеристик сварочной проволоки

**М. В. Бринюк, инж., ООО «Кродекс» (Киев), С. Е. Семенов, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины**

**П**роизводство в Украине и других странах СНГ легированных (также других типов) сварочных проволок основано на традиционных для бывшего СССР технических требованиях. Однако с точки зрения потребительских свойств представляют интерес также сварочно-технологические характеристики изготовленной проволоки.

В отличие от электродов, тип которых свидетельствует об уровне механических свойств наплавленного ими металла (Э42, Э50 и т. д.), марка сварочной проволоки отражает только химический состав стали, из которой изготовлена проволока. Потребителю желательно представлять также информацию о механических свойствах металла шва и о сварочно-технологических характеристиках проволоки. Подобный подход к информационному обеспечению уже давно применяют за рубежом в целях сертификации и приемо-сдаточного контроля поставляемой проволоки.

Так, по европейским нормам механические характеристики (временное сопротивление разрыву, работа удара) наплавленного металла контролируют

(либо удостоверяют) путем испытаний. В рекламных материалах различных фирм приводят данные о типичном химическом составе и механических свойствах наплавленного металла.

Назрела необходимость восполнить образовавшийся информационный «вакуум», касающийся сварочных проволок отечественного производства.

В 1997 г. ООО «Кродекс» и ИЭС им. Е. О. Патона разработали и ввели в действие технические условия на сварочную проволоку (ТУ У 05416923.028-97 и ТУ У 05416923.029-97), которые определяют нужные потребителю сварочно-технологические характеристики проволоки: качество формирования шва, потери металла на угар и разбрзгивание (для сварки в защитном газе), загрязненность металла шлаковыми включениями, характеристики предела текучести, временного сопротивления разрыву и ударной вязкости наплавленного металла.

Основная информация, характеризующая условия испытаний и оценочные показатели, систематизирована и представлена в виде несложных для восприятия условных обозначений (табл. 1, 2, 3).

Процедура оценки механических свойств металла шва либо наплавленного металла предусматривает сварку специальных испытательных образцов на регламентированных режимах и определение категорий прочности и ударной вязкости в соответствии с разработанной градацией. Желаемая для потребителя процедура выполнения сварочных работ, типы применяемых сталей, сварочных флюсов либо защитных газов могут устанавливаться соглашением сторон при заказе. Предусмотрено проведение рентгенконтроля швов испытательных образцов.

Предложенное обозначение проволоки содержит весьма полезную информацию для потребителей. Например: «Проволока сварочная — КР-Св-08Г2С — 0,8 — БП — К46/53-1 2/2Н-Г (У)-МО — ТУ У 05416923.028-97» — сварочная проволока, поставляемая ООО «Кро-

декс», по ТУ У 05416923.028-97, марки Св-08Г2С диаметром 0,8 мм, без покрытия, обеспечивающая механические свойства наплавленного металла категории К46/53 и ударную вязкость категории 12 и 2Н при многопроходной односторонней сварке в защитном газе CO<sub>2</sub>. «Проволока сварочная — КР-Св-08ГМА — 4 — ОП — К50/56-1 2/2 0 — Ф (AR) — ОД — ТУ У 05416923.029-97» — сварочная проволока, поставляемая ООО «Кродекс», по ТУ У 05416923.028-97, марки Св-08ГМА диаметром 4 мм, с омедненным покрытием, обеспечивающая механические свойства металла шва категории К50/56 и ударную вязкость категории 12 и 20 при однопроходной двухсторонней сварке под флюсом АН-67Б.

Такое обозначение проволоки при заказе характеризует требуемый объем проведения сварочных испытаний.

Проволоку в зависимости от требований потребителя поставляют в катушках, бунтах или мотках в соответствии с ГОСТ 2246. Вместе с тем, техническими условиями предусмотрена возможность намотки проволоки на большегрузные катушки массой 1 т и малогабаритные катушки (кассеты) массой 5–15 кг.

ООО «Кродекс» изготавливает проволоку по кооперации с металлургическими предприятиями Украины. Имеется необходимая нормативная документация на катанку соответствующих марок стали.

В связи с выплавкой стали в 150-тонных кислородных конвертерах преимущественно изготавливают проволоку широкого применения. Продукцией ООО «Кродекс» является экономичная легированная сварочная проволока различного марочного сортамента для трубного производства, судостроения и других отраслей промышленности, поставляемая предприятиям Украины, России и других стран СНГ.

Марочный сортамент большинства сварочных проволок, изготавливаемых в соответствии с новыми техническими условиями, соответствует типичным зарубежным аналогам.

**Таблица 1. Условное обозначение сварочной проволоки, характеризующее способ сварки и материал**

Условное обозначение	Характеристика
<b>Дуговая сварка</b>	
ОО	Однопроходная односторонняя
ОД	Однопроходная двухсторонняя
МО	Многопроходная односторонняя
МД	Многопроходная двухсторонняя
<b>Защитные газы (базовый состав, %)</b>	
Г (И)	Инертный: Ar-100
Г (А)	Активный: CO <sub>2</sub> <50, O <sub>2</sub> <50, Ar остальное
Г (У)	Диоксид углерода: CO <sub>2</sub> -100
<b>Флюсы</b>	
Ф (MS)	Марганцево-силикатный: Mn+SiO <sub>2</sub> >50
Ф (CS)	Кальциево-силикатный: CaO+MgO+SiO <sub>2</sub> >60
Ф (AR)	Глиноземно-рутиновый: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub> >45
Ф (AB)	Глиноземно-основной: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +CaO+MgO>45
Ф (FB)	Фторидно-основной: CaO+MgO+MnO+CaF <sub>2</sub> >50

**Таблица 2. Условное обозначение сварочной проволоки, характеризующее механические свойства наплавленного металла при испытаниях на разрыв**

Условное обозначение	Минимальный предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	Минимальное временное сопротивление разрыву, Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение δ <sub>5</sub> , %
K 31/41	315	410	22
K 35/44	355	440	22
K 38/47	380	470	22
K 42/50	420	500	20
K 46/53	460	530	19
K 50/56	500	560	18

Сварочные проволоки производства ООО «Кродекс» получили признание таких сертификационных обществ, как Английский Регистр Ллойда, Германский Ллойд. В настоящее время проводят работы по сертификации ряда сварочных материалов обществом DNV.

Разработанная нормативная документация, очевидно, будет представлять интерес для предприятий сварочного производства. Она может быть использована при корректировке действующей или разработке новой нормативной и технологической документации для различных отраслей и предприятий. На наш взгляд, требование о проведении сварочных испытаний проволоки следует предусматри-

вать в нормах проектирования, изготовления и восстановления различных сварных конструкций. Сварочные испытания проволоки целесообразны, прежде всего, в тех случаях, когда нет возможности привести оценку механических свойств сварных соединений путем отбора образцов от изготавливаемой конструкции.

Высококачественная и конкурентоспособная продукция ООО «Кродекс», соответствующая новым техническим условиям, позволяет потребителям отказаться от импорта сварочных проволок.

Значительную помощь предприятию в решении технических задач оказывают Институт черной металлургии и ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины.

**Таблица 3. Условное обозначение сварочной проволоки, характеризующее ударную вязкость наплавленного металла**

Условное обозначение	Температура испытаний, °C
KCV≥35 Дж/см <sup>2</sup>	KCV≥60 Дж/см <sup>2</sup>
1 Б	2 Б
1 Н	2 Н
1 О	2 О
1 2	2 2
1 3	2 3
1 4	2 4
1 5	2 5
1 6	2 6

В настоящее время совместно с Харьковским трубным, Черноморским судостроительным заводами и рядом других предприятий отрабатывается процедура производства и приемки сварочных проволок в соответствии с новыми техническими условиями.

По желанию предприятия-заказчика марочный сортамент сварочной проволоки, изготавливаемой по ТУ У 05416923.028-97 и ТУ У 05416923.029-97, может быть расширен.

Повышение гарантий качества и обеспечение требуемых служебных свойств сварного соединения компенсирует дополнительные затраты, связанные с проведением комплекса испытаний. ■ #153

## ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

### Вибрационная обработка сварных конструкций

**Г. И. Лашенко.** —  
К.: Экотехнология, 2001.

Рассмотрены особенности процесса виброобработки, выбора режима и контроля параметров, приведены технологии виброобработки сварных балок, рам, станин и других конструкций, а также используемое для этого оборудование.

Рассчитана на инженерно-технических работников сварочного производства, проектных организаций, студентов.

### Современные средства защиты сварщиков

**О. Г. Левченко,**  
**В. А. Метлицкий.** —  
К.: Экотехнология, 2001.

Дана краткая характеристика вредных и опасных производственных факторов при сварке. Приведены современные средства вентиляции рабочих мест и индивидуальной защиты органов дыхания и зрения сварщиков, а также новые модели специальной одежды, обуви и др. Рассмотрены особенности различных способов вентиляции, общее устройство, технические характеристики вентиляционного оборудования. Представлены различные виды защитных масок сварщиков, в том числе и с подачей очищенного воздуха.

Рассчитана на инженерно-технических работников сварочного производства, специалистов по охране труда, гигиене и экологии.

**Російсько-український словник зварювань термінології.**  
**Українсько-російський словник зварювань термінології**

Автори-укладачі:  
**В. М. Бернадський, О. С. Осика,**  
**Л. О. Симоненко, Л. С. Філоненко.** — К.: Екотехнологія, 2001.

РУССКО-УКРАЇНСЬКИЙ СЛОВАРЬ СВАРОЧНОЙ ТЕРМИНОЛОГІИ

УКРАЇНСЬКО-РУССЬКИЙ СЛОВАРЬ СВАРОЧНОЙ ТЕРМИНОЛОГІИ

**По вопросу приобретения обращайтесь в редакцию журнала «Сварщик»**  
Тел.: (044) 227-6502.



## Региональный конкурс «Лучший электросварщик Одесчины»

В Одессе **16–17 августа** сего года состоялось знаменательное событие — конкурс электросварщиков. Организатором Первого Регионального конкурса «Лучший электросварщик Одесчины» выступило Одесское областное отделение Общества сварщиков Украины. Финансирувало подготовку, проведение и награждение победителей конкурса предприятие ОИАЦ «Прометей», организованное в конце 1997 г. Одесским отделением ОСУ.

Тематика первого Регионального конкурса — ручная дуговая сварка покрытым электродом.

Оргкомитет разработал программу и условия проведения конкурса «Лучший электросварщик Одесчины» и разослал их более чем 30 предприятиям Одессы и Одесской области. Кроме того, информация о конкурсе была опубликована в нескольких газетах и рекламных изданиях города и области.

К участию в конкурсе допускались дипломированные сварщики в возрасте до 50 лет, проживающие в Одессе и Одесской области, хотя были желающие из других областей Украины и Молдовы. Необходимым условием для участия в конкурсе была уплата регистрационного сбора в размере 100 грн. (75 грн. — для членов ОСУ). На наш взгляд, это позволило отсечь электросварщиков с низкой квалификацией или неуверенных в своих силах.

Всего в конкурсе «Лучший электросварщик Одесчины» приняло участие 19 электросварщиков, представляющих 8 предприятий Одессы и Одесской области (Морской Торговый Порт «Южный», Килийский СРЗ, ОИАЦ «Прометей», Одесский СРЗ «Украина», АО «Лукойл-Одесский НПЗ», Одесский припортовый завод, ЗАО «Профессионал», ОАО «Одесгаз») или выступающих в индивидуальном порядке.

Оргкомитет конкурса и Общество сварщиков Украины выражают признательность и благодарность руководителям этих предприятий и служб сварки за то, что уделили внимание такому важному в деле профессиональной подготовки сварщиков мероприятию, нашли время, средства и приложили усилия, чтобы организовать и направить своих сварщиков на конкурс. К сожалению, некоторые успешно функционирующие предприятия, имеющие достаточно большое количество сварщиков, проигнорировали начинание ОСУ и не дали возможности своим сварщикам показать умение на таком престижном для них соревновании.

Конкурс проходил в три тура на учебно-аттестационной базе ОИАЦ «Прометей» и НПЦ УКРНИИМФ «Сварка»:

- I тур — демонстрация теоретических знаний.
- II тур — демонстрация сварки стыковых соединений пластин.
- III тур — демонстрация сварки стыковых соединений труб.

Результаты в каждом туре оценивали по балльной системе, а победителей конкурса определяли по сумме баллов, набранных в трех турах.

В жюри конкурса входили эксперты Украинского аттестационного комитета сварщиков и ведущие региональные специалисты по сварке: В. П. Галамага, В. И. Дегтярь, М. А. Зверинский, В. А. Кравченко, А. И. Майстренко, В. А. Веселов.

В первом туре проверку теоретических знаний сварщиков проводили методом тестирования. Участникам был предложен тест, содержащий 48 вопросов из типовой программы подготовки электросварщиков ручной дуговой сварки покрытым электродом. С предложенным тестом участники в большинстве справились на «удовлетворительно» — индивидуальные показатели участников в этом туре составили от 62 до 94% правильных ответов на поставленные вопросы.

Для демонстрации практических навыков участникам были предоставлены оборудованные сварочные посты с источниками питания фирм «Kemppi» (Polarc 1400), «Lincoln Electric» (Invertec V260-T) и «Fronius» (Transpocket 1400). Для сварки контрольных стыковых соединений образцов использовали электроды фирм «ESAB» (OK 48.00 и OK 48.04) и «Böhler Welding» (FOX OHV). Кроме того, сварщикам была предоставлена спецодежда и необходимый инструмент.

Во втором туре выполняли сварку стыковых соединений пластин толщиной 10 мм (P/BW) из малоуглеродистой стали в вертикальном (PF) или потолочном (PE) положениях. При этом предусматривались дополнительные баллы в зависимости от положения сварного шва в пространстве и исполнения сварного шва (односторонний без подкладки, двусторонний без зачистки корня шва).

В третьем туре производили сварку стыковых соединений труб диаметром 76 мм с толщиной стенки 4 мм в неповоротном положении (Н-L045).

Качество сварных соединений пластин и труб оценивали визуально, измерениями, а также просвечиванием (гаммаграфированием). Для оценки качества сварных швов при каждом виде контроля применяли принятую жюри и Оргкомитетом оригинальную балльную систему. В результате кропотливой работы жюри были подведены итоги соревнования электросварщиков и объявлены победители конкурса:

- I место — **Галюк Виталий** (Одесский припортовый завод);
- II место — **Мирза Владимир** (ОИАЦ «Прометей»);
- III место — **Перебейнос Григорий** (Одесский припортовый завод).

Победитель Первого Регионального конкурса «Лучший электросварщик Одесчины» Галюк Виталий награжден денежным призом — 1500 грн. и дипломом Общества сварщиков Украины. Кроме того, он удостоен международного сертификата сварщика от представительства «Bureau Veritas» в Украине. Мирза Владимир и Перебейнос Григорий, занявшие 2-е и 3-е места, получили денежные премии — соответственно 1000 и 700 грн., а также дипломы ОСУ и международные сертификаты сварщика от «Bureau Veritas» в Украине. Кроме того, Черкашин Петр (Одесский припортовый завод) получил специальный приз от фирмы «Милсан и К» — представителя фирмы «Fronius», за наилучший результат, показанный при демонстрации теоретической подготовки.

По общему мнению, конкурс прошел на хорошем уровне. Он же позволил выявить некоторые проблемы в теоретической подготовке сварщиков. Учитывая, что участники конкурса являлись дипломированными сварщиками, нельзя не отметить, что качество сварных соединений, выполненных ими, оказалось ниже ожидаемого. Безусловно, на результаты оказало влияние волнение конкурсантов, а также отсутствие опыта в соревновании такого уровня.

Следует отметить, что среди конкурсантов не было сварщиков молодого поколения. Возраст участников составлял от 28 до 55 лет при стаже работы сварщиком от 7 до 34 лет. Примечательно, что победитель конкурса Галюк Виталий — самый молодой участник конкурса (28 лет при стаже работы 7 лет).

Участники конкурса «Лучший сварщик Одесчины» приобрели опыт выступления в соревнованиях коллег по профессии пусть пока на региональном уровне, а организаторы конкурса — опыт организации и проведения важного мероприятия, явившегося еще одной формой повышения квалификации сварщиков.

В ближайших планах Одесского отделения Общества сварщиков проведение конкурса судовых сварщиков и конкурса электросварщиков по ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в защитных газах. Надеемся, что в следующих конкурсах более активное участие примут не только сварщики, но и в качестве спонсоров фирмы, занятые в сварочном производстве или в производстве и реализации сварочной техники.

Приятно отметить и поблагодарить за участие в прошедшем конкурсе фирму «Милсан и К» — представителя известного производителя сварочной техники «Fronius» и Одесское представительство «Bureau Veritas», а также г-на Н. И. Ильинского за демонстрацию достижений своего коллектива по разработке и изготовлению фильтровентиляционного оборудования. ■ #154

**В. Е. Гладков**, директор ОИАЦ «Прометей»,  
**В. И. Дегтярь**, директор НПЦ УКРНИИМФ «Сварка», **В. А. Веселов**,  
 АО «Кислородмаш» (Одесса)

Поздравляем  
всех партнеров  
с Новым Годом  
и Рождеством  
Христовым!

С благодарностью  
за сотрудничество  
и доверие,  
коллектив  
ПТИ «Бинзель  
Украина ГмбХ»



Дорогие друзья!

От всей души  
поздравляем Вас  
с Новым Годом!

Желаем здоровья,  
исполнения самых  
заветных желаний,  
вдохновения  
и дальнейших успехов  
в Ваших делах.

Пусть сопутствует  
Вам удача!

Коллектив  
ГВП «Экотехнология»  
Редколлегия и редакция  
журнала «Сварщик»

20:02





# ОАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

## Сварочные флюсы

Предприятие ОАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» — один из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей.

Завод тесно связан с ИЭС им. Е. О. Патона и первым осваивает промышленное производство новых марок сварочных флюсов, работает над повышением качества выпускаемых: АН-348-А, -АМ; АН-348-В, -ВМ; АН-47, ОСЦ-45, АНЦ-1А и их модификаций;

- ◆ флюсы, изготовленные методом двойного рафинирования (дуплекс-процессом);
- ◆ флюсы с размером зерен 1,6 мм и менее, предназначенные для дуговой сварки и наплавки сварочными проволоками диаметром 3 мм и менее;
- ◆ флюсы марок АН-47, АН-348-А, АН-348В, АНЦ-1А и ОСЦ-45 с насыпной плотностью менее 1,3 г/см<sup>3</sup>.

Качество всей продукции подтверждено Сертификатами соответствия, выданными Международным НТЦ обеспечения качества и сертификации «СЕПРОЗ». В данное время ведутся работы по аттестации Российским МРС, другими международными органами технического надзора.

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

### Флюсы сварочные по ГОСТ 9087-81

АН-348-А, -АМ . . . . .	300 у.е./м
АН-348-В, -ВМ . . . . .	310 у.е./м
АН-47 . . . . .	535 у.е./м
ОСЦ-45 . . . . .	385 у.е./м
АНЦ-1А ТУ 21 Украины 510-92. . . . .	275 у.е./м

## Для производителей сварочных электродов: глыба КН-1, НК-1, НК-2

ОАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС» выпускает растворимые силикаты натриево-калиевые НК-1, НК-2 и калиево-натриевый КН-1. Наш завод первым и единственным в СНГ получил Сертификат «СЕПРОЗ» на эту продукцию.

**Надеемся, что гарантированное качество товара, доступные цены и хороший сервис привлекут ваше внимание и сделают наше партнерство долгосрочным и взаимовыгодным**

По вопросу поставок обращайтесь: Украина, 60035 Запорожье, Южное шоссе 6, ГСП-356. Тел./факс: (0612) 348-573, 348-372, 334-167. Телетайп: 127319 «FLIUS UX». E-mail: ksv@zsz.zssm.zp.ua



Выставочный центр «ЭКСПОНИКОПАЕВ»  
приглашает Вас 13-15 марта 2002 года в г. Николаеве  
принять участие в VI специализированной выставке  
**«ТЕХМАШ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

### В экспозиции:

- научные разработки, проекты, программы в области энергосбережения
- энергосберегающие машины, материалы, оборудование и технологии
- нетрадиционная энергетика
- ходопильное и климатическое оборудование
- котельное оборудование, трубопроводы, арматура
- приборы регулирования и учета расхода воды, газа, тепла и электроэнергии
- сварочная техника и расходные материалы
- электротехника
- кабельная продукция
- метрология, приборы
- оборудование для переработки и утилизации вторичных ресурсов
- системы очистки воды
- экология и защита окружающей среды.

С 10.00 до 18.00  
Время работы выставки

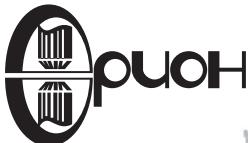
### Мы ждем Вас по адресу:

Украина,  
54017, г. Николаев,  
пп. Судостроителей, 3-Б,  
Выставочный центр  
«ЭКСПОНИКОПАЕВ»

Справки по тел./факс  
(0512) 36-22-06; 37-44-75;  
36-31-62; 37-40-23; 36-02-49.  
E-mail: expo@biz.mk.ua

# ОРИОН

Производственная  
фирма



СОПЛА И КАТОДЫ  
для ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

РЕЗАКИ  
для МАШИН ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

ЭЛЕКТРОДЫ  
для МАШИН КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Санкт-Петербург,  
Большой Сампсониевский пр., 32  
Для писем: 197046 г. Санкт-Петербург, а/я 632  
Т. ф. (812) 324-77-25, 324-77-35  
Тел. (812) 324-77-36  
E-mail: mail@oriongrineva.spb.ru  
http://www.oriongrineva.spb.ru

**VELGA**

**ЗАО «VELGA VILNIUS»** (Литва)

производит и реализует

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ  
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ,  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ**

Продукция сертифицирована в РФ, РБ, Украине

Приглашаем к сотрудничеству  
торговые организации и потребителей  
в регионах РФ и странах СНГ

Тел.: 8103702 335523, 237535

факс: 8103702 237595

E-mail: velgavilnius@takas.lt

26-29  
МАРТА



ОМСК  
2002

СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИНОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ



**ПРОМТЕХЭКСПО**

**ИН-ЭКСПО** - Наука. Инновации. Высокие технологии. Модернизация. Реконструкция.  
Инвестиционные предложения промышленным предприятиям.

**ЭНЕРГОСИБ** - Энергетика. Машины и технологии для энергетического комплекса.  
Энергоресурсосбережение. Электротеплоэнергетика.

**СИБЗАВОД** - Машиностроение, оборудование, инструмент. Сварка. Металлы. Обработка.  
**ЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ** - Электронная техника, оборудование, приборы,

технологии промышленного назначения. Профессиональная и бытовая  
радио-, теле-, кино-, видео-, фототехника и технологии.



**ОМСКГАЗНЕФТЕХИМ**

5-я выставка технологий, сырья, материалов, продукции и оборудования  
нефтеперерабатывающих, нефтехимических производств. Газификация  
населенных пунктов. Оборудование, приборы, материалы. Экология.  
Промышленная безопасность.

В деловой программе выставок конференции,  
семинары, круглые столы с участием руководителей и специалистов.

По вопросам участия обращайтесь: МВЦ "Интерсив" 644033, Россия, г. Омск, ул. Красный путь, 155, корп.1  
тел. (3812) 25-25-56, 25-14-79, тел.факс (3812) 25-72-02 E-mail: fair@intersib.omsk.ru, http://www.intersib.omsk.ru

ВЫСТАВКИ, ЯРМАРКИ - ФУНДАМЕНТ БУДУЩЕГО. ПОСТРОИМ ЕГО ВМЕСТЕ !

КИЕВ, НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭКСПОЦЕНТР УКРАИНЫ»  
4-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

# СВАРКА УКРАИНА 2002

23-26 апреля

## Тематика выставки:

- материалы для сварки, наплавки, пайки;
- оборудование для дуговой сварки и резки: источники питания, приспособления и инструменты;
- оборудование для сварки в среде защитных газов;
- оборудование для газовой сварки и резки, вспомогательный инструмент;
- оборудование для специализированных способов сварки;
- оборудование для подготовки кромок и поверхностей;
- оборудование для контактной сварки;
- промышленные установки и линии специального назначения;
- автоматические системы управления для сварочных процессов, роботы и робототехнические комплексы;
- измерение, контроль, испытания, обработка данных;
- новые ремонтные технологии;
- сопутствующие инструменты и аксессуары;
- средства защиты сварщиков и окружающей среды;
- научное и информационное обеспечение.

В рамках выставки состоится научно-практическая конференция «История и перспективы развития сварки и родственных технологий» – Бенардосовские чтения, посвященные 160-летию выдающегося ученого-изобретателя

## ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:

- Общество сварщиков Украины
- Министерство промышленной политики Украины
- НТК «Институт электросварки им. Е.О.ПАТОНА»
- СП Торговый дом «СВАРКА»
- Национальный комплекс «ЭКСПОЦЕНТР УКРАИНЫ»

## ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

- Национальной Академии наук Украины
- Киевской городской государственной администрации

## Информационная поддержка:

«Сварщик», «Автоматическая сварка»,  
«Ринок інсталяційний», «Капстроительство»,  
«Издательский центр Bolgov»,  
«Пресс-Биржа», «Снабженец»

## ОРГКОМИТЕТ:

03680 Украина, г. Киев, пр. Глушкова, 1, пав. №21.  
Тел./ф.: (044) 251-9376, 251-9374, 251-9184  
E-mail: house@welding.kiev.ua, olga@welding.kiev.ua



Обществу сварщиков Украины  
10 лет!

# СВАРКА УКРАИНА 2002

4-я специализированная выставка с международным участием



23-26 апреля 2002 ◆ Национальный комплекс «Экспоцентр Украины» ◆ Киев



Весенний Киев ждет в гости сварщиков со всего мира!



**ЭКСПОСВАРКА  
22-25 октября**

**2002**

**МОСКВА  
Экспоцентр  
"КРАСНАЯ ПРЕСНЯ"**

**В честь 10-й годовщины Российского  
научно-технического Сварочного Общества "РНТСО"**

**Московское Региональное Отделение "РНТСО"  
совместно с "Мессе Сервис", ЗАО "Экспоцентр" и др.**

**организуют выставку**

## **ЭКСПОСВАРКА 2002**

**и**

**Международную научно-практическую  
конференцию**

**"Сварка - Качество - Конкурентоспособность"**

**(персонал, оборудование, технология)**

На выставке Экспосварка 2002 будут представлены:

Технологии и оборудование для сварки и термической резки

Методы и оборудование для обработки поверхности

Сварочные материалы и принадлежности, их производство

Автоматизация сварочных работ

Контрольно - измерительная техника

Техническая диагностика, приборы и методы неразрушающего контроля испытаний

Спецодежда и средства защиты сварщиков, защита окружающей среды

Информационное обеспечение, подготовка кадров, менеджмент

Производство сварных конструкций и сооружений

Главный спонсор мероприятия:



"АО Спецэлектрод"

M.S.I. Vertriebs GmbH  
Vienna-Moscow-St. Petersburg-Kiev  
Neudorffergasse 8/2  
1080 Vienna Austria  
Tel.: (+43-1) 402 89 54-20  
Fax.: (+43-1) 402 89 54-54



**"РНТСО":**  
Волгоградский пр-кт, 41  
109316, Москва, Россия  
Тел.: +7 095 173-9821  
Факс.: +7 095 173-0787

# 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



**КИЇВСЬКИЙ  
ЗАВОД  
ВУГЛЕКИСЛОТИ**

**Вітаємо  
усіх своїх партнерів  
з Новим Роком та  
Різдвом Христовим**

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



**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**



**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

## Инверторное решение INVERTEC™



### Источники питания постоянного тока для сварки штучным электродом:

- просты и удобны в эксплуатации;
- обеспечивают качественную сварку на прямой и обратной полярностях;
- малая масса и габариты.

	V130-S	V200-S	V260-S	V400-S
Питание, В	230	230	400	400
Сварочный ток, А	3–130	1–200	1–260	1–400
Нагрузка при ПВ=60%, А	100	180	200	320
Габаритные размеры, мм	200×140×350	280×195×440	280×195×440	330×235×555
Масса, кг	5,5	13	14	24

### Источники питания для аргонодуговой сварки и сварки штучным электродом на постоянном и переменном токах:

- плавная регулировка сварочного тока;
- возможность импульсной, точечной и непрерывной сварки;
- встроенный высокочастотный осциллятор;
- возможность подключения дистанционного пульта управления;
- регулирование сварочного тока на старте и при заварке кратера.

	V130-T	V200-T	V260-T	V400-T	V400-TC
Питание, В	230	230	400	400	400
Сварочный ток, А	3–130	1–200	1–260	1–400	1–400
Нагрузка при ПВ=60%, А	100	180	200	320	400
Габаритные размеры, мм	235×170×80	280×195×440	280×195×440	330×235×555	700×500×850
Масса, кг	10,5	15	16	28	75



### Инверторные установки для воздушно-плазменной резки:

- плавная регулировка выходной мощности;
- ручная разделка и прецизионная механизированная резка черных и цветных металлов толщиной от 0,5 до 35 мм;
- надежность работы, стабильность процесса и в десятки раз сокращение потребления электроэнергии, в результате использования инверторных источников питания.
- мобильность аппаратов благодаря небольшой массе и компактности.

	PC40	PC60	PC 100	PC100-C
Питание, В	230	400	400	400
Пределы тока резки, А	15–40	20–60	20–100	20–100
Диапазон резки, мм	12	18	35	35
Габаритные размеры, мм	280×195×515	280×195×515	235×330×615	700×500×850
Масса, кг	16	16	26	75

**Оптимальные цены и всегда —  
наличие на складе**

## Повышение рентабельности технологического процесса — важнейший критерий при выборе оборудования!



### Компактные сварочные системы

#### Полуавтоматическая сварка сплошной и порошковой проволокой:

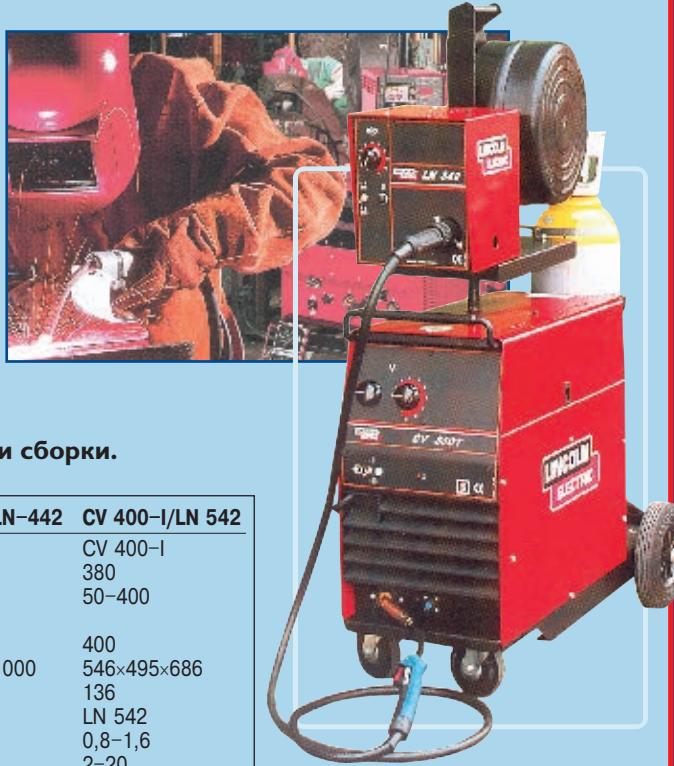
- компактное исполнение;
- отличное качество сварки низкоуглеродистых и легированных сталей;
- плавная регулировка скорости подачи проволоки;
- точная ступенчатая регулировка напряжения обеспечивает мягкую дугу и практически исключает разбрызгивание;
- простота и удобство в эксплуатации;
- 3 года гарантии на качество комплектующих и сборки.

Модель	SP170-I	COMPACT 220-I	COMPACT 280-I	COMPACT 350-I	COMPACT 400-I
Напряжение питания, В	220	380	380	380	380
Диапазон регулировки сварочного тока, А	30-170	30-220	40-320	50-380	50-400
Сварочный ток при ПВ=60%, А	140	170	210	260	400
Диаметр проволоки, мм	0,6-0,8	0,6-1,0	0,6-1,6	0,6-1,6	0,6-2,4
Диапазон скорости подачи проволоки, м/мин	1,3-10,2	2-20	2-20	2-20	1,25-19,5
Система охлаждения	Воздушное	Воздушное	Воздушное	Воздушное	Водяное
Габаритные размеры, мм	305×248×419	790×490×920	790×490×920	790×490×920	870×700×980
Масса, кг	25,5	70	75	80	170

### Сварочные полуавтоматы

#### Источники питания и механизмы подачи для полуавтоматической сварки сплошной и порошковой проволокой:

- возможность контроля сварочного тока и напряжения;
- плавная регулировка выходной мощности;
- высокое качество сварки низкоуглеродистых и легированных сталей;
- стабильная скорость подачи проволоки;
- 2-х и 4-х роликовые модели механизмов подачи;
- простота и удобство в эксплуатации;
- 3 года гарантии на качество комплектующих и сборки.



Модель	CV 350/LN 442	CV 450-T/LN-442	CV 400-I/LN 542
Источник питания	CV 350	CV 450-T	CV 400-I
Напряжение питания, В	380	380	380
Диапазон регулировки сварочного тока, А	50-350	30-450	50-400
Сварочный ток при ПВ=60%, А	260	350	400
Габаритные размеры, мм	850×490×930	1045×650×1000	546×495×686
Масса, кг	72	133	136
Механизм подачи	LN 442	LN 442	LN 542
Диаметр проволоки, мм	0,8-1,6	0,8-1,6	0,8-1,6
Диапазон скорости подачи проволоки, м/мин	2-20	2-20	2-20
Габаритные размеры, мм	285×240×300	285×240×300	290×240×300
Масса, кг	18	18	18

**3 года гарантии**

# Новые технологии Lincoln Electric на украинских и российских предприятиях



## SQUARE WAVE TIG 355

### Выпрямитель для аргонодуговой сварки постоянным и переменным током

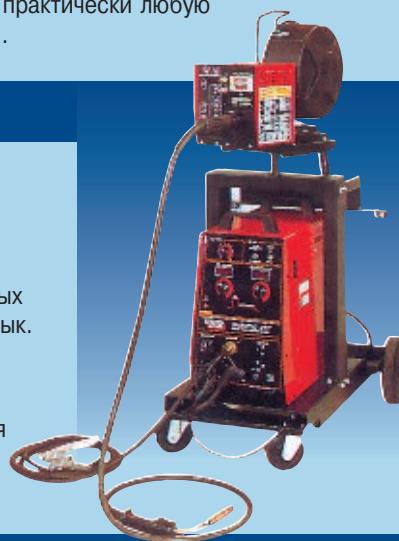
Имеет два значительных преимущества:

- ПЕРВОЕ — прямоугольная форма импульсов переменного тока в сочетании с автоматической балансировкой выделяемой на электроде мощности позволяют обеспечить оптимальный режим для сварки алюминия и продлить срок службы вольфрамового электрода;
- ВТОРОЕ — импульсный режим сварки постоянным током, большие возможности в управлении импульсным режимом и широчайший диапазон регулирования сварочного тока (2–400 А) позволяют реализовать практически любую технологию аргонодуговой сварки.

## INVERTEC STT II

### Источник, реализующий STT-процесс (процесс переноса металла силами поверхностного натяжения)

- Разработан для выполнения корневых проходов, неповоротных стыков черных и коррозионно-стойких сталей, а также сварки тонколистового металла встык.
- Позволяет без потери качества заменить аргонодуговую сварку на более производительную механизированную сварку в углекислом газе.
- По сравнению с традиционным способом сварки разбрызгивание снижается на 90%, дымообразование — на 50%, значительно сокращаются затраты на послесварочную обработку. В настоящее время аналогов не имеет.



## Комплекты оборудования для синергетической сварки



### Синергетические цифровые инверторные системы POWER WAVE

Осуществляют прецизионную механизированную сварку практически любых материалов с высокой производительностью, включая сварку

- алюминия, ■ меди, ■ кремнистой бронзы,
- коррозионно-стойкой стали и ■ хромоникелевых сплавов.

Эти источники реализуют все необходимые сварочные работы.

Представленное оборудование сегодня успешно эксплуатируется на предприятиях Украины:

- ГАО «Приднепровские магистральные нефтепроводы», ■ порт «Южный»;
- Феодосийское ПО «Море»;

России:

- «Центральное конструкторское бюро машиностроения», ■ компания «МАРС»,
- АО «Ленгазспецстрой»,
- АО «Волгонефтехиммонтаж»,
- ОАО «Энергомеханический завод»,
- ОАО «Тракторный завод», ■ ОАО «Принт-СТО»,
- СП ЗАО «ПИГМА-КЕННАМЕТАЛЛ».

Будьте в их числе!

**3 года гарантии**

LINCOLN®  
ELECTRIC

65091 Одесса, ул. Средняя, 6  
тел.: (0482) 343-708, 347-087, 343-713(ф)  
E-mail: instruments@te.net.ua  
www.instruments.com.ua

01033 Киев, ул. Саксаганского, 24, оф. 21  
тел.: (044) 251-8030  
факс: (044) 531-9866  
E-mail: compressors\_intl@adamant.net

Инструменты

## Низко- и высоковакуумные системы для вытяжки сварочных газов и аэрозолей



### Портативные устройства

- Малая масса, компактное исполнение.
- Работа в труднодоступных местах.
- Удобная система самоочистки фильтра.
- Широкий выбор насадок для различного применения.

Модель	Mobiflex 100-NF	Minibuster MB-190
Мощность, кВт	0,75	0,95
Максимальный расход, м <sup>3</sup> /ч	2 400	220
Максимальный уровень шума, дБ	69	74
Габаритные размеры, мм	600×480×400	680×340×400
Напряжение питания, В (50 Гц)	1×220; 3×380	1×230
Масса, кг	17	16,5

### Мобильные системы

- Возможность перемещения на любой участок цеха.
- Радиус рабочей зоны до 4 м.
- Фильтр повышенного срока действия площадью 50 м<sup>2</sup>.
- Просты и удобны в обслуживании и работе.

Модель	Mobiflex 200-M	Mobiflex 300-E
Мощность, кВт	0,75	0,75
Максимальный расход, м <sup>3</sup> /ч	1250	1300
Максимальный уровень шума, дБ	69	69
Вид фильтра	Бумажный	Электростатический
Габаритные размеры, мм	1210×810×900	1210×800×900



### Центральные системы



- Одна установка способна обслуживать до 52 постов.
- Экономия электроэнергии благодаря использованию вакуумной турбины.
- Высокая эффективность очистки.
- Легкость интеграции системы в рабочую зону цеха.

Модель	Statiflex 200-M	X-Traktor RB-300	Turbines SP52
Мощность, кВт	0,75	5,5	55
Максимальный расход, м <sup>3</sup> /ч	1250	500	5200
Максимальный уровень шума, дБ	69	<75	<75
Максимальное количество постов	1	10	52
Габаритные размеры, мм	730×810×900	780×810×1600	1830×1180×1250

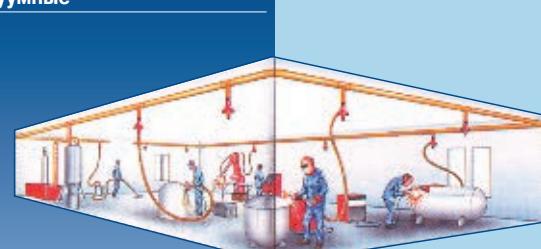
#### Применение

	Высоко-вакуумные	Низко-вакуумные
Сварочные горелки с дымоотсосом	x	
Удаление шлифовальной пыли	x	
Удаление пыли с эффектом пылесоса	x	
Порталы для плазменной резки	x	
Портативные, стационарные и передвижные системы	x	
Электродуговая строжка	x	
Сварка загрязненных поверхностей	x	
Плазменная резка	x	
Сварка в палатках, кабинах	x	
Рабочая зона, м	Не ограничена	8 (радиус)
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	40-200	500-8000
Расстояние от источника дыма до сопла, мм	40-110	350-600

#### Высоко-вакуумные

	Низко-вакуумные
Сварочные горелки с дымоотсосом	x
Удаление шлифовальной пыли	x
Удаление пыли с эффектом пылесоса	x
Порталы для плазменной резки	x
Портативные, стационарные и передвижные системы	x
Электродуговая строжка	x
Сварка загрязненных поверхностей	x
Плазменная резка	x
Сварка в палатках, кабинах	x
Рабочая зона, м	Не ограничена
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	40-200
Расстояние от источника дыма до сопла, мм	40-110

#### Низко-вакуумные





Киевский экспериментальный  
машиностроительный завод



Надежное  
оборудование  
для электродных  
 заводов, цехов,  
 участков

**ПРЕССОВАТЬ!  
БЕЗ ПЕРЕКУРОВ!**

03040 г. Киев  
ул. Васильковская, 14  
тел./факс: (044) 263-40-44  
(044) 263-71-59  
E-mail: [welma@welma.kiev.ua](mailto:welma@welma.kiev.ua)  
[www.welma.mksat.net](http://www.welma.mksat.net)

ЦЕНТР РИД



**29 января - 1 февраля  
2002 г.**

ТРЕТЬЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**УРАЛПРОМЭКСПО-2002**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
**СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ**

ОРГАНИЗАТОР: Центр "РИД"  
при поддержке:  
Государственного комитета  
Республики Башкортостан  
по промышленной политике,  
Торгово-промышленной палаты  
Республики Башкортостан,  
Международного союза  
машиностроителей.

ОРГКОМИТЕТ  
ООО ЦЕНТР "РИД", 450000,  
Россия, Башкортостан, Уфа,  
а/я 1360 А  
Тел.: (3472) 22 09 42  
Тел./факс: (3472) 22 48 57  
22 37 05  
22 54 12  
22 54 03

E-mail: [rid@anrb.ru](mailto:rid@anrb.ru)  
[larisa-ridexpo@anrb.ru](mailto:larisa-ridexpo@anrb.ru)  
http: //www.ridexpo.ru



г. УФА

**ЧТО ВАМ ИЗВЕСТНО  
о самой сильной слабости  
настоящих профессионалов?**

**Они выбирают  
ТОЛЬКО ЛУЧШИЕ инструменты...**



(044) 495-26-16  
ТЕХНОЛОГИИ

(044) 220-15-89  
МАТЕРИАЛЫ

(044) 227-27-16  
ОБОРУДОВАНИЕ

Более 10 лет мы обеспечиваем сварочными материалами, оборудованием и технологиями лучших профессионалов, занятых во многих отраслях отечественной промышленности, их коллег из ближнего и дальнего зарубежья. Мы дорожим их доверием, поэтому у нас

**ВСЕ ЛУЧШЕЕ ДЛЯ СВАРКИ!**



**ЭКОТЕХНОЛОГИЯ**  
[www.enteco.kiev.ua](http://www.enteco.kiev.ua)



СОЮЗ НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ УКРАИНЫ

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР "ЭКОТЕХНИКА"

65026, Украина, г. Одесса, ул. Гоголя, 12  
Тел.: (0482) 232-192, 233-512  
Факс: (0482) 236-342, (048) 7317-415  
E-mail: ekotehnika@mall.ru

### Воздуховытяжные устройства (ВВУ)

Эффективно удаляет загрязненный воздух, дым, пыль из труднодоступных помещений, колодцев, цистерн, топливных танков.

- Производительность до 1200 м<sup>3</sup>/ч.
- Радиус обслуживания 40 м.

**«Лань»**



Оптимальное решение проблемы удаления вредностей из рабочей зоны.



**«Лиана»**

- Производительность 1000 м<sup>3</sup>/ч.
- Радиус обслуживания от 1 до 9 м.

**КДУ**

дистанционно-управляемая катушка для удаления выхлопных газов автомобилей, обеспечивает чистый воздух в закрытых помещениях СТО.

### Фильтро-вентиляционные агрегаты

**ФЭС**

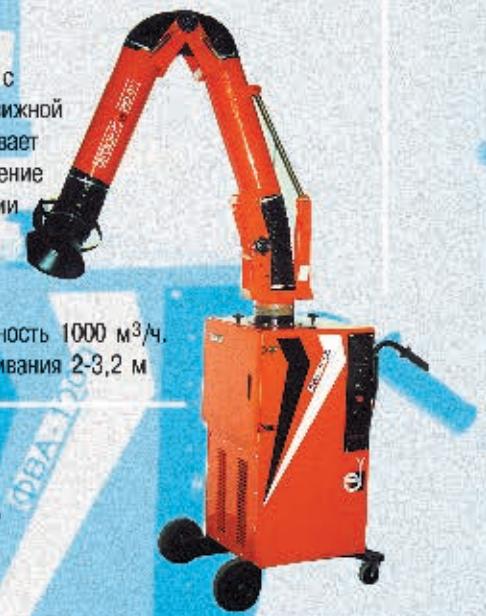
Электростатические фильтры. Обеспечивают 95% очистку воздуха от твердой фазы сварочного аэрозоля.

- Производительность 1000, 3000 м<sup>3</sup>/ч.
- Обслуживают от 1 до 3 сварочных постов.



**ФВА**

ФЭС в сочетании с "Лианой", на подвижной тележке обеспечивает удобное перемещение по всей территории цеха.



- Производительность 1000 м<sup>3</sup>/ч.
- Радиус обслуживания 2-3,2 м

**ПУА**

Пылеулавливающий агрегат для очистки удаляемого воздуха от пыли, масляного тумана на всех видах заточных, шлифовальных работ.

- Производительность 1000, 2000 и 3000 м<sup>3</sup>/ч.

### Средства индивидуальной защиты

Автономные устройства очистки и подачи воздуха в зону дыхания сварщика. Респираторы.



#### Научно-технический центр "Экотехника"

Дата основания — 1989 г.

Сфера деятельности:

- Фильтро-вентиляционное оборудование (эксклюзивный дилер на Украине СП "Экоюрус-Венто").
- Гибкие шланги и трубы (производства Швеции, России).
- Разработка проектов ПДВ (лицензия № 105 от 09.02.2000 г.).
- Лабораторное оборудование и приборы экологического контроля, КИПы

МЫ ПОСТОЯННЫЕ  
УЧАСТИКИ ВЫСТАВОК

ЗА ВРЕМЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАШИМИ КЛИЕНТАМИ СТАЛИ  
СОТНИ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ И ДРУГИХ СТРАН СНГ



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

## ПРОИЗВОДИМ ЭЛЕКТРОДЫ специального назначения

для  
высоколегированных  
сталей

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

для наплавки

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

для теплоустойчивых  
сталей

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

**Продаем**  
**проводку Св-08Г2С**  
с омедненной поверхностью в евроупаковке  
вся продукция сертифицирована

Торговая марка  
**Автогенмаш**

Одесса

**ОАО "ЗОНОНТИ"**  
( завод оборудования наукоемких технологий )

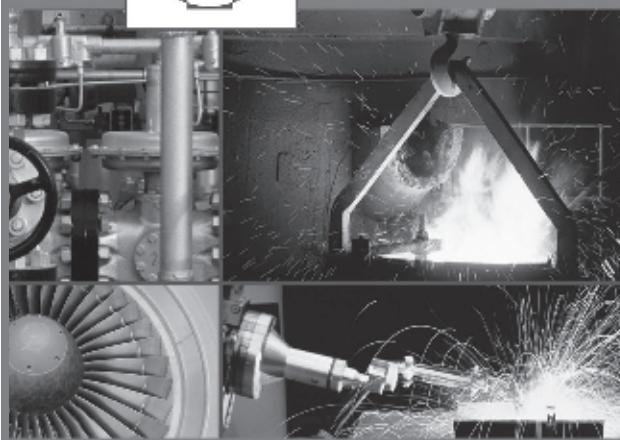
### Производство:

- Машин для термической резки с ЧПУ серии "Комета М"
- Переносных газорежущих машин серии "Радуга М"
- Систем ЧПУ для машин термической резки и станков
- Капитальный ремонт, модернизация машин термической резки

тел. (0482) 356940, 471737  
факс (0482) 471737, 473536



# Машиностроение 2002 Металлургия 2002



В программе:  
Научно-практический семинар  
"Прогрессивные технологии  
в машиностроении"

Организаторы: Ассоциация технологов-  
машиностроителей Украины

X Международная  
специализированная  
выставка

УКРАИНА

21-24

г. Запорожье

МАЯ



Организатор выставки:  
Запорожская торгово-промышленная палата  
тел./факс: (0612) 13-50-26, 13-51-67  
e-mail: expo@cci.zp.ua, www.cci.zp.ua

При поддержке:  
Министерства промышленной политики Украины,  
Запорожской областной государственной администрации,  
Запорожского городского исполнительного комитета,  
Запорожского областного союза промышленников  
и предпринимателей "Потеншиа".



**ЗАО Киевский  
экспериментальный  
механический завод «СВАРКА»**  
*Более 50 лет работаем для Вас!*

Украина, 04073, ГСП, г. Киев,  
просп. Красных Казаков, 23  
Тел.: (044) 531-3910, 417-8202, 531-3904  
Факс: (044) 461-3300  
E-mail: kemz@svarka.kiev.ua  
www.kemzsvarka.com

**Уникальное  
сварочное оборудование  
для строительства  
и обустройства  
нефтегазопроводов**

**Передвижные сварочные  
установки:**

- ◆ стационарные и полустационарные базы для сварки трубопроводов;
- ◆ комплексы машин и механизмов для стыковой контактной сварки труб;
- ◆ передвижные лаборатории контроля качества сварочных швов.



**Средства малой  
механизации:**

- ◆ машины орбитальной резки труб;
- ◆ центраторы внутренние гидравлические для труб;
- ◆ центраторы наружные эксцентриковые для труб.



Предприятие  
**«Триада-Сварка»**  
г. Запорожье

## ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

## ГОРЕЛКИ К ПОЛУАВТОМАТАМ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ

**ABICOR  
BINZEL**

**Fronius**

**SEMA**



Тел. (0612) 33-1058, 34-2399, 13-2269

**ЭНЕРГИЯ** • ЗАПОРОЖЬЕ

# СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Производство. Поставка широкого ассортимента электрогазосварочного оборудования с гарантией и сервисным сопровождением

Горелки к полуавтоматам, электрододержатели, плазморезы, роботогорелки, комплектующие от ABICOR BINZEL (Германия, ISO9001-ГОСТ 5.917-81)

Ремонт, наладка сварочного оборудования. Гарантия. Специальные сварочные работы, сварочная проволока.

► E-mail:  
energy\_welding@comint.net



(0612) 95-06-81, 96-49-45

ЗАПОРОЖСКАЯ 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 нержавеющих 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)



Десятая международная  
специализированная выставка



# СВАРКА 2002 SVARKA



Санкт-Петербург

выставочный комплекс ЛЕНЭКСПО

28-31 мая 2002 года

199106 Россия Санкт-Петербург, В.О., Большой пр., 103  
тел. +/ (812) 321 26-31, факс +/ (812) 321 27-22  
E-mail: averkina@mail.lenexpo.ru  
<http://www.lenexpo.ru>

ОАО ЛЕНЭКСПО  
ООО «ЭЛТЕХ»  
Россия, 199226 Санкт-Петербург, а/я 165  
Офис: Литовская 10, к.319  
Тел. (812) 245 8312, факс: (812) 245 0102  
E-mail: mrgdovo@peterlink.ru



# Тенденции совершенствования источников питания для сварки

Г. В. Павленко, В. Л. Сорока, В. В. Верна, ОАО «Фирма СЭЛМА» (Симферополь)

**Н**а выставке «Сварка–Резка 2001» впервые была представлена объединенная украинская экспозиция во главе с НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона», которым была проделана большая работа по организации экспозиции и поездки украинской делегации.

**12–18 сентября в Эссене** (Германия) проходила 15-я Международная выставка «Сварка–Резка 2001». Традиционно эту выставку номер один в мире сварки проводят один раз в четыре года в Германии, поскольку эта страна по праву относится к тем передовым странам мира, поступательное развитие экономики которых определяется прежде всего технологическим и научным прогрессом базовых отраслей производства, а также участием в процессе глобализации европейской и мировой экономики.

Прошедшая в Германии выставка в очередной раз продемонстрировала высочайший уровень мировых технологий в области сварки и определила основные направления развития и совершенствования сварочного оборудования и производства.

Подавляющее большинство производителей сварочной техники экспонировали инверторную технику. Если прошлая выставка демонстрировала достижения в области создания инверторов, то данная — достижения в области их развития и совершенствования, повышения уровня их технических возможностей. Следует выделить отдельные направления в создании инверторных источников, когда высо-

кочастотное звено включено во вторичную цепь сварочного трансформатора. Таким образом разработчики совместили вариант классического источника с мощным силовым сварочным трансформатором, работающим на частоте 50 Гц, с высокочастотным звеном (до 60 кГц) выпрямления и преобразования. Это позволило, с одной стороны, существенно повысить надежность и снизить себестоимость высокочастотного звена за счет подключения его к низковольтной стороне силового трансформатора и, с другой стороны, получить все преимущества, достигаемые в области управления сварочными процессами, за счет применения инверторных технологий.

Отдельные производители предлагали готовое высокочастотное звено в виде законченного изделия, имеющего в своем составе охладитель, на котором размещены переключатель, выпрямительный блок, сглаживающие фильтры (емкости), транзисторные ключи и электронные платы управления. Данная конструкция модуля получила название Chopper. Следующим шагом распространения Chopper является применение их в качестве автономных сварочных источников при питании от сварочной цепи одного или нескольких параллельно включенных источников многопостовой сварки. Данное техническое решение позволяет отказаться от традиционного применения балластных реостатов, существенно повысить КПД сварочного поста, поднять на качественно новый уровень производство сварочных работ, повысить их безопасность, используя при этом имеющийся значительный парк многопостовых сварочных источников. Работы в данном направлении ведутся и на ОАО «Электромашиностроительный завод «Фирма СЭЛМА». Такие посты можно разработать не только для ручной дуговой сварки покрытым электродом, но и для МИГ/МАГ сварки.

Еще одной отличительной особенностью прошедшей выставки явилось то, что наметился прорыв на европейский рынок сварочного оборудования продук-

ции японских фирм Panasonic, Hitachi, Kawasaki и др. Оборудование этих фирм традиционно отличается высоким уровнем дизайна и совершенными техническими характеристиками.

Довольно крупную долю в экспозициях занимали производители комплектующих изделий, материалов, используемых при изготовлении сварочного оборудования (электронные платы, пневмораспределители, клапаны, насосы, осцилляторы, обмоточные узлы, ферриты и т. д.).

Прошедшая выставка продемонстрировала, что предприятия—производители сварочного оборудования Украины уверенно перестраиваются в условиях рыночной экономики и осваивают лучший мировой опыт. Ведущие производители сварочного оборудования демонстрировали продукцию, которая не уступает зарубежным аналогам не только по техническим характеристикам, но и по дизайну. На прошедшей выставке оборудование фирмы «СЭЛМА» привлекло внимание фирм и предприятий Ближнего и Среднего Востока, Юго–Восточной Азии, Индокитая, Африки, Латинской Америки. Этот факт объясняется тем, что сегодняшние достижения в области инверторной техники не позволяют решать проблемы использования оборудования в жестких климатических условиях тропиков (повышенная влажность, запыленность и т. д.), поскольку подобная техника не устойчива к таким условиям эксплуатации. Оборудование фирмы «СЭЛМА» является хорошим конкурентом инверторной технике в странах с тропическим климатом.

Подводя итоги прошедшей выставки, следует отметить, что Украина, несомненно, упрочила свои позиции на мировом рынке сварочных технологий, впервые представив свой стенд на выставке подобного масштаба, а выставка в целом подвела итоги в развитии сварочной техники и технологий в XX веке и позволила наметить основные тенденции и направления дальнейшего развития отечественных сварочных технологий. ■ #155

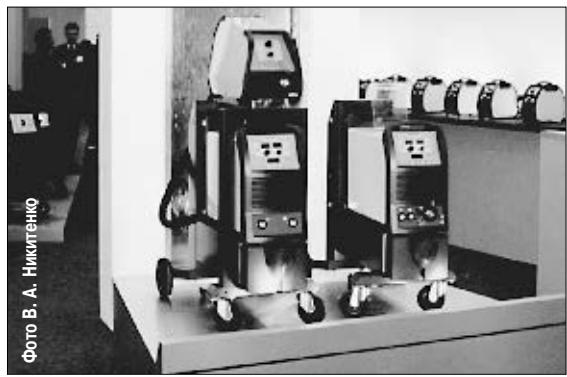


Фото В. А. Никитенко

# НАШИ КОНСУЛЬТАЦИИ

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

**При восстановлении сваркой чугунного выпускного коллектора не удалось получить плотное соединение. Дайте, пожалуйста, практический совет, как осуществить герметизацию детали?**

**И. А. Сальников (Бахмач)**

Существует весьма простой и достаточно эффективный способ герметизации деталей, работающих при температуре не более 400 °С и условии отсутствия динамических и ударных нагрузок, с применением так называемой «каменной» пасты. Этот материал представляет собой смесь трех компонентов: наполнителя, ускорителя и разбавителя. В качестве наполнителя может быть использован порошок горных пород вулканического происхождения, например: андезита, базальта, диабаза. Для приготовления пасты целесообразно использовать тонкоизмельченный базальт, так как порошок этой породы обладает большей адсорбирующей способностью.

В качестве ускорителя затвердевания пасты применяют 93%–й технический кремнефтористый натрий. В качестве разбавителя используют растворимое натриевое жидкое стекло плотностью 1,48. Применяемые порошки должны быть чистыми и сухими. Их влажность не должна превышать: 2% — для порошков наполнителя; 1% — для кремнефтористого натрия. В случае превышения указанных значений влажности порошки необходимо перед применением просушить в нагревательной камере 2–3 ч при температуре 60–80 °С. После сушки по-

рошки следует просеять через сито с 800–900 отв./см<sup>2</sup>.

Жидкое стекло должно быть чистым, светлым, не загустевшим, без посторонних примесей. Чтобы жидкое стекло не покрывалось пленкой, его следует хранить в плотно закрытой посуде. Пасту готовят по следующей рецептуре: на каждые 100 г наполнителя берут 3 г кремнефтористый натрий и 50 г жидкого стекла, отвешивают в указанных пропорциях необходимое количество каждого составляющего и смешивают сначала порошок наполнителя и кремнефтористого натрия. Эту смесь можно хранить длительное время. Для получения пасты, пригодной к применению, в смесь порошков наполнителя и кремнефтористого натрия вводят жидкое стекло и все тщательно перемешивают. Масса по вязкости должна получиться однородной и сметанообразной. Паста, в которую введено жидкое стекло, сохраняет свои свойства 10–30 мин. По истечении этого времени на поверхности состава начинает появляться обволакивающая пленка, свидетельствующая о полимеризации пасты. Такую пасту применять не следует. Поэтому окончательное приготовление пасты следует производить непосредственно перед нанесением ее на деталь. Количество приготавливаемой пасты определяют из расчета ее использования в течение 10 мин. При этом исходит из того, что для заделки трещины длиной 10 мм требуется около 10 г пасты. Перед нанесением пасты восстанавливаемая по-

верхность должна быть соответствующим образом подготовлена: зачищена до металлического блеска и обезжирена. Для повышения прочности сцепления пасты с металлом на поверхности создают шероховатость путем нанесения насечек или рисок. Пасту наносят на трещину и близлежащую поверхность деревянным или металлическим шпателем, тщательно втирая ее в поверхность до полного смачивания. Толщина слоя должна быть не более 2 мм, ширина — 20–25 мм. Нанесение более толстого слоя приводит к появлению в пасте газовых пузырей, которые, растрескиваясь, нарушают монолитность состава и ослабляют прочность сцепления пасты с поверхностью. Затвердевание пасты происходит самопроизвольно при комнатной температуре в течение 24–30 ч. При необходимости процесс затвердевания пасты можно ускорить нагревом детали в термокамере. Так, при температуре 90 °С паста затвердевает в течение 4–5 ч, а при 50 °С — 8–12 ч. Для ускорения затвердевания пасты не допускается применять открытый огонь (пламя паяльной лампы, газовой горелки и т. п.), так как паста в этом случае разрушается. После затвердевания пасты последующая обработка поверхности не требуется.

Рекомендуем для получения прочноплотных сварных соединений из чугуна, не требующих дополнительной герметизации, использовать технологию механизированной сварки самозащитной проволокой ПАНЧ-11.

**Расскажите, пожалуйста, как повысить технологические возможности автоматической сварки под флюсом, а также производительность процесса, не перегревая свариваемый металл, при условии обеспечения служебных свойств сварных соединений?**

**Чернов И. Б. (Киев), Пинчук А. Ф. (Донецк)**

Сегодня сварка под флюсом является одной из самых производительных и экономичных. Ее развитие идет по пути совершенствования многоголовочной и многоэлектродной сварки, сварки «подогретой» проволокой, использования различного рода присадок. Однако для

дуговой сварки под флюсом характерно недостаточно эффективное использование теплоты дуги. Известно, что на образование сварного соединения тратится только четверть от общей теплоты дуги, а большая его часть расходуется на перегрев сварочной ванны, нагрев изделия,

его деформацию, что приводит к ухудшению свойств сварного соединения. Поэтому находят способы более эффективного использования теплоты для повышения как производительности сварки, так и качества сварных соединений.

Одним из перспективных способов является использование дополнительного присадочного сыпучего материала в виде порошка, рубленой сварочной проволоки, окатышей, а также специального агломерата, подаваемых дополнительно в зону сварки.

Преимуществами дополнительного сыпучего материала являются:

- более быстрое плавление по сравнению со сплошным в результате более быстрого нагрева из-за большей суммарной поверхности и меньшей теплопроизводительности;
- возможность заполнять зазоры и разделку перед сваркой, подавать частицы в любую зону сварочной ванны во время сварки, что расширяет технологические возможности процесса;
- возможность регулировать химический состав металла шва в широких пределах за счет изменения доли основного металла в образовании шва и гибкого регулирования его состава;
- улучшение свойств сварного соединения, повышение сопротивляемости образованию горячих и холодных трещин, уменьшение сварочных деформаций.

Дополнительный присадочный материал должен удовлетворять следующим требованиям: иметь требуемый химический состав, определенную гранулацию, а также должен обеспечивать стабильность и равномерность дозировки по объему сварочной ванны и химического состава наплавленного металла.

Выпускаемые промышленностью железные порошки, порошки ферросплавов и другие материалы не полностью удовлетворяют этим требованиям. Удельная насыпная плотность порошков, от которой зависит стабильность дозировки и химического состава металла, колеблется в пределах 1,5–5,5 г/см<sup>3</sup>, так как масса таких порошков состоит из частиц самых различных форм и размеров.

Если присадочный материал состоит из частиц правильной формы и одинаковых размеров, то достигается наилуч-

## Сварочные проволоки, рекомендуемые для изготовления крупки при сварке конструкционных сталей

Свариваемая сталь	Сварочный материал (проводка+флюс)	Рекомендуемая сварочная проволока для крупки
Низкоуглеродистые стали	Св-08А+АН-348А	Св-08А, Св-08Г2С
	Св-08ГА+АН-348А	Св-08А
Низколегированные стали: 09Г2С	Св-08ГА+АН-348А	Св-08ГА, Св-08Г2С
10ХСНД	Св-08ХМ+АН-348А	Св-08Г2С, Св-08ГА
14Х2ГМР	Св-08ХН2ГМ10+АН-17М	Св-08Г2С

шая упаковка частиц и равномерность насыпной плотности. Лучшим для этих целей является материал сферической грануляции. Его насыпная плотность примерно 4 г/см<sup>3</sup> независимо от диаметра частиц. Однако такой присадочный материал промышленность не выпускает в достаточном количестве. Поэтому рекомендуем применять крупку, изготовленную из сварочной проволоки.

Использование присадочного материала из такой крупки обеспечивает стабильность химического состава, так как физические показатели крупки (удельная насыпная плотность, удельная поверхность, теплопроводность) такие же, как у порошка сферической формы равного диаметра. По скорости нагрева крупка стоит на втором месте после сферических гранул. С учетом номенклатуры сварочной проволоки целесообразно применять для присадочного материала крупку, приготовленную из сварочной проволоки диаметром 0,8–2,0 мм.

Изготавливать крупку можно на любом оборудовании, обеспечивающем требуемые размеры крупки. На рис. 1 показана схема станка для рубки проволоки. На монтажном столе 5 станка установлены асинхронный двигатель 1 мощностью 1–2 кВт с частотой вращения 1500–2500 об/мин, узел 2 рубки проволоки, механизм 3 подачи проволоки, фигурка 4 с проволокой и ящик 6 для сбора крупки.

Узел рубки проволоки показан на рис. 2. Через вал электродвигателя 1 вращение передается маховику 2, на котором закреплены резцы 3 из стали Р18. Проволока для рубки подается через фильтр 5, которая с помощью стопорного винта крепится к стойке 4. Сама стойка закреплена на монтажном столе. Узел рубки закрывают кожухом, чтобы крупка не разлеталась в стороны. Стойку устанавливают так, чтобы плоскости резцов и фильтра были параллельны и

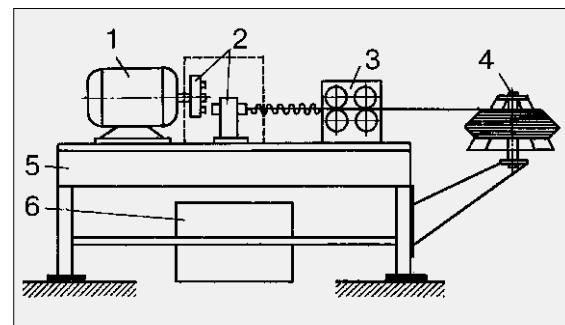


Рис. 1.  
Схема станка  
для рубки  
проводоки

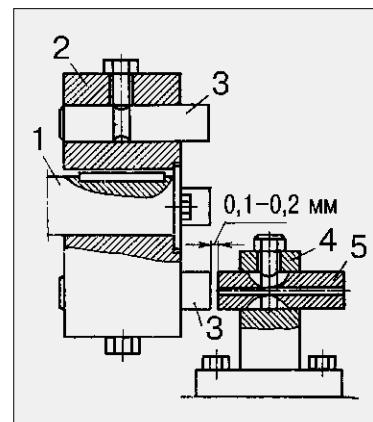


Рис. 2. Узел  
рубки  
проводоки

находились на расстоянии 0,1–0,2 мм. Проволока, выходящая из отверстия фильтра, рубится при вращении маховика острыми кромками резцов и отверстия фильтра. Диаметр проволоки должен быть меньше диаметра отверстия фильтра на 0,2 мм. Механизм подачи должен подавать проволоку со скоростью, обеспечивающей длину крупки, равную диаметру проволоки.

В сварочную ванну крупку можно подавать предварительной засыпкой в разделку или зазор (сварку производят по слою присадочного материала), подачей непосредственно в плавильное пространство в процессе сварки, а также комбинацией этих способов.

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

# Электронно-лучевые технологии в машиностроении

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

**Возможности технологического применения** электронно-лучевого нагрева изучались с начала XX века. До 1940 г. в мире уже было создано лабораторное оборудование для электронно-лучевой плавки и сверления. С развитием вакуумной техники и появлением актуальных технических задач соединения, обработки и получения новых материалов в середине XX века начался период активной разработки и промышленного использования различных электронно-лучевых технологий. В первую очередь это было обусловлено бурным развитием ядерной энергетики и ракетно-космической техники.

Электронно-лучевые технологические процессы осуществляют в вакууме, что создает экологическую чистоту производства, высокий уровень комфорта эксплуатации оборудования, а также требует высокой степени механизации и автоматизации всех операций. Высокая

концентрация энергии в электронном пучке (табл. 1), локальность нагрева металла, минимальные деформации обрабатываемого изделия, вакуумная защита зоны нагрева, дистанционность ведения технологического процесса, точная управляемость пространственно-энергетическими параметрами электронного пучка, высокий КПД и низкие эксплуатационные расходы обеспечивают конкурентоспособность электронно-лучевых термических технологий. Эти особенности электронно-лучевых технологий принципиально предопределяют их дальнейшую перспективность.

Основные характеристики и классификация электронно-лучевых технологий представлены в табл. 2. Практически все указанные технологии имеют промышленное применение (рис. 1–4) в более чем 30 странах мира. В Украине

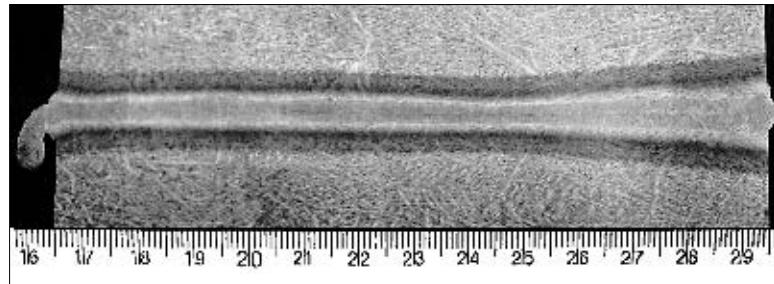
основной вклад в развитие электронно-лучевых технологий сделан Институтом электросварки им. Е. О. Патона, являющимся с 1958 г. одним из ведущих научных центров в мире по этому направлению. Разработки в этой области в Украине ведут также АО «СЭЛМИ» (Сумы), НПЦ «Титан» (Киев), АО «Фико» (Киев), НПП «Геконт» (Винница) и др.

Современный уровень развития электронно-лучевых технологических процессов кратко описан в табл. 3. За исторически короткий промежуток времени в мире выполнен огромный объем исследований и разработок в области электронно-лучевых технологий. Это позволяет теперь сократить фронт исследований и сосредоточить усилия на основных направлениях повышения конкурентоспособности этих технологий.

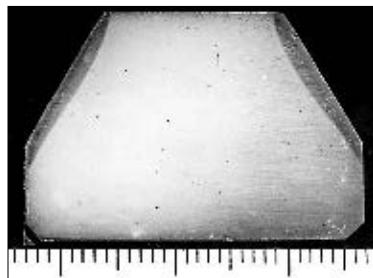
**Таблица 1. Сравнительная характеристика основных источников сварочного нагрева**

Источник теплоты	Наименьшая площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>	Наибольшая плотность мощности, Вт/см <sup>2</sup>
Кислородно-ацетиленовое пламя	10 <sup>-2</sup>	5·10 <sup>4</sup>
Электрическая дуга	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>5</sup>
Электронный пучок	10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>7</sup>
Лазерный луч	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>9</sup>

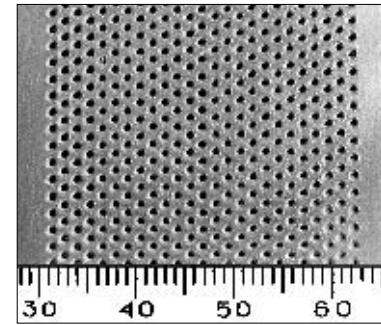
**Рис. 1. Макрошлиф поперечного сечения сварного шва на стали толщиной 127 мм**



**Рис. 2. Макрошлиф поперечного сечения упрочненного поверхностным переплавом упорного кольца подшипника**



**Рис. 3. Внешний вид разрезанной (стрелкой показана поверхность реза) электронным пучком заготовки турбины турбокомпрессора из жаростойкого сплава: диаметр вала в зоне резки 46 мм; n=7500 об/мин; U<sub>acc</sub>=60 кВ; P=18 кВт; время резки 6 с**



**Рис. 4. Внешний вид отверстий в стали толщиной 4 мм, полученных сверлением электронным пучком**

**Таблица 2. Классификация основных электронно-лучевых технологий**

Электронно-лучевая технология	Форма электронного пучка:	Параметры аксиально-ленточная симметричная	Основные параметры электронного пучка	Основные параметры технологического процесса	Основные области применения
Сварка	+	-	$U_{acc} = 10 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 120 \text{ кВт}$ , $d = 0,05 \dots 1 \text{ мм}$	$h_{min} = 0,1 \text{ мм}$ , $h_{max} = 300 \text{ мм}$ , $(h/B)_{max} = 50$ , $v = 1 \dots 15 \text{ мм/с}$	Все отрасли машиностроения
Наплавка, поверхностный переплав	+	+	$U_{acc} = 10 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 15 \text{ кВт}$ , $d = 0,5 \dots 1 \text{ мм}$	$h_{max} = 10 \text{ мм}$ , $B_{max} = 500 \text{ мм}$ , $v = 5 \dots 25 \text{ мм/с}$	Улучшение поверхности слитков и полуфабрикатов. Детали трения и режущий инструмент. Производство аксиально-симметричных деталей сложной формы
Поверхностная закалка, локальная термообработка	+	+	$U_{acc} = 20 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 60 \text{ кВт}$ , $d = 0,05 \dots 1 \text{ мм}$ , $f_{sc} = 5 \dots 20 \text{ кГц}$	$h_{max} = 5 \text{ мм}$ , $B_{max} = 200 \text{ мм}$ , $v = 10 \dots 50 \text{ мм/с}$	Авиа- и судостроение, инструментальная промышленность, микроэлектроника. Шестерни, валы, подшипники, детали трения, эмиттеры
Резка	+	-	$U_{acc} = 60 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 30 \text{ кВт}$ , $d = 0,05 \dots 0,5 \text{ мм}$	$h_{max} = 60 \text{ мм}$ , $B_{max} = 2,5 \text{ мм}$ , $R_a \leq 0,25 \text{ мм}$ , $v = 1 \dots 15 \text{ мм/с}$	Турбокомпрессоры. Резка химически активных и тугоплавких металлов и сплавов
Сверление	+	-	$U_{acc} = 60 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 15 \text{ кВт}$ , $d = 0,05 \dots 0,2 \text{ мм}$ , $f_{mod} = 4 \dots 3000 \text{ Гц}$	$h_{max} = 10 \text{ мм}$ , $D = 0,05 \dots 1,5 \text{ мм}$	Двигателестроение. Фильтры, сепараторы, фильтры, форсунки
Пайка	+	-	$U_{acc} = 10 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 15 \text{ кВт}$ , $d = 0,05 \dots 1 \text{ мм}$	$T_{max} = 3000 \text{ K}$	Инструментальная промышленность. Теплообменники
Гравировка	+	-	$U_{acc} = 60 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 15 \text{ кВт}$ , $d = 0,05 \dots 0,2 \text{ мм}$	$h_{max} = 1 \text{ мм}$	Регистрация технологических процессов. Маркировка. Художественные изделия
Плавка	-	+	$U_{acc} = 20 \dots 30 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 1200 \text{ кВт}$	Максимальные размеры слитка $\varnothing 900 \times 4000 \text{ мм}$	Металлургия чистых металлов и сплавов. Утилизация отходов дорогостоящих металлов и сплавов
Нанесение покрытий	+	+	$U_{acc} = 20 \dots 30 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 300 \text{ кВт}$	Максимальная скорость осаждения $50 \text{ нм/с}$	Турбостроение. Оптика. Электроника
Создание новых (биметаллических, композитных) материалов осаждением:					
паров	+	+	$U_{acc} = 20 \dots 30 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 300 \text{ кВт}$	Максимальные размеры заготовки из производимого материала $\varnothing 2000 \times 5 \text{ мм}$	Сильнотоковые электрические контакты
капельных брызг расплава (используя быстрое вращение мишени)	+	+	$U_{acc} = 20 \dots 150 \text{ кВ}$ , $P_{max} = 120 \text{ кВт}$ , $D = 0,5 \dots 1 \text{ мм}$	Диаметр капель $0,1 \dots 3 \text{ мм}$ . Скорость вращения цилиндрической мишени $1500 \dots 7500 \text{ об/мин}$	Детали трения. Газотурбинные двигатели

Примечание. Приняты следующие обозначения:  $h_{min}$ ,  $h_{max}$  — соответственно минимальная и максимальная глубина обработки;  $B_{max}$  — максимальная ширина обработки;  $v$  — скорость обработки;  $T_{max}$  — максимальная температура;  $D$  — диаметр отверстия;  $U_{acc}$  — ускоряющее напряжение;  $P_{max}$  — максимальная мощность электронного пучка;  $d$  — диаметр электронного пучка;  $f_{sc}$  — частота сканирования электронного пучка;  $f_{mod}$  — частота модуляции тока электронного пучка.

**Таблица 3. Основные достижения в электронно-лучевых технологических процессах**

Раздел	Основные достижения
Теория	Созданы приближенные тепловые, гидродинамические, плазменные и газодинамические модели процессов. Изучены коэффициенты полезного действия. Созданы способы расчета температурных полей, деформаций и внутренних напряжений для ряда типов обрабатываемых изделий
Технология	Изучены механизмы образования дефектов. Разработано большое количество технологических приемов. Изучено влияние степени вакуума и гравитации. Разработаны способы эмпирического подбора режимов процессов. Разработаны принципы построения экспериментальных систем и создан ряд их вариантов. Создано большое количество промышленных технологических процессов
Оборудование	Созданы способы расчета электронно-оптических систем. Разработаны способы высокоточной диагностики мощных электронных пучков. Разработаны и реализованы принципы построения систем программного управления. Разработаны системы слежения за стыком при сварке. Решена проблема подавления высоковольтных пробоев. Создано большое количество типов промышленных и лабораторных установок. Разработаны принципы проектирования и расчета всех узлов технологических установок. Решены проблемы техники безопасности
Контроль	Изучены возможности автоматического регулирования технологических процессов. Созданы отдельные системы автоматического регулирования. Разработаны системы оптического, телевизионного и вторично-эмиссионного наблюдения
Экономика	Разработаны способы расчета экономической эффективности и определены области эффективного применения технологических процессов

## ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

### Электронно-лучевые технологии в машиностроении



Рис. 5. Схема построения экспертной системы электронно-лучевой технологии

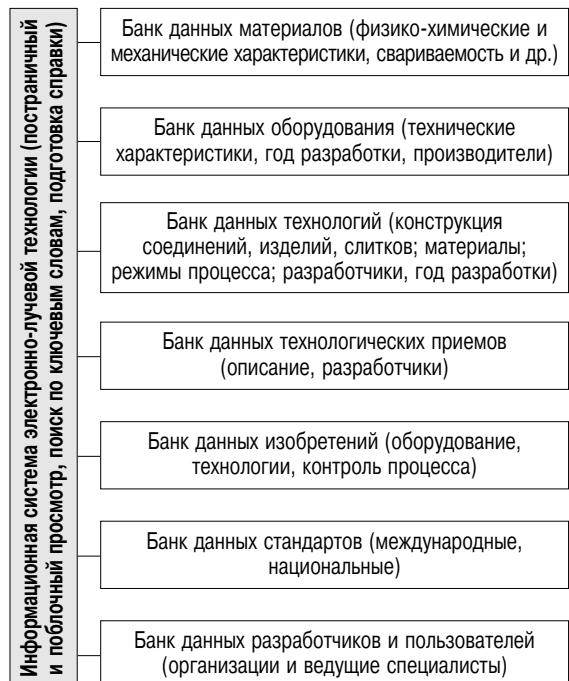


Рис. 6. Схема построения информационной системы электронно-лучевой технологии

Основными целями дальнейшего развития электронно-лучевых технологий являются:

- повышение производительности;
- повышение качества;
- снижение стоимости оборудования;
- создание новых технологических процессов;
- создание новых материалов.

В соответствии с этими целями в первую очередь должны быть решены главные технические задачи. Самыми длительными подготовительными операциями в электронно-лучевых технологиях являются операции вакуумирования–развакуумирования. Необходимо создать более высокопроизводительные системы откачки и быстродействующие затворы и клапаны, позволяющие создавать «безмасляный» вакуум с давлением  $1,33 \cdot 10^{-3}$  Па ( $10^{-5}$  мм рт. ст) в объемах 10–100 м<sup>3</sup> за время менее 5 мин.

Для электронных пушек необходимо разрабатывать более долговечные катоды (моноокристаллические, газоразрядные) и катодные узлы, а также легко перестраиваемые электронно-оптические системы (путем более упрощенной переборки и/или электромеханически).

Высоковольтные источники питания электронных пушек нужно создавать инверторного типа (с частотой  $\geq 5$  кГц) и безмасляные, что уменьшит их габариты и массу, улучшит условия обслуживания, ремонта и эксплуатации, а также исключит экологические проблемы, связанные с использованием масла. Кроме того, источники питания должны иметь возможность работать с несколькими электронными пушками (одновременно или неодновременно), что существенно снижает стоимость оборудования.

Энергоблоки (источник питания+электронная пушка+система управления) должны иметь систему «интеллектуальной» автодиагностики и передачи данных сервисному центру для оказания быстрой технической помощи в случае сложных отказов.

Необходимо совершенствование компьютерно сопрягаемых систем бесконтактного контроля распределения температуры в зоне воздействия электронного пучка с целью повышения их быстродействия, разрешающей способности и снижения стоимости.

Целесообразно развивать системы контроля технологических процессов, используя собственное рентгеновское излучение из зоны воздействия электронного пучка. Это излучение несет наиболее достоверную информацию о технологическом процессе.

В поверхностной инженерии еще относительно слабо развиты комбинированные технологии (методы второго поколения): нанесение покрытий плазменно-дуговыми или ионно-лучевыми методами и последующая термическая обработка электронным пучком. Развитие этих методов должно быть подчинено задачам конвейерного производства и наноэлектроники. Основной фронт исследовательских работ в области нанесения покрытий электронно-лучевым испарением должен быть сосредоточен на создании технологий новых многослойных и композиционных покрытий.

В электронно-лучевой плавке по-прежнему остается актуальной проблема снижения газонасыщенности и содержания неметаллических включений в выплавляемом металле с целью получения еще более высокого его качества.

Недостаточно исследований выполняется в такой перспективной области, как создание новых композиционных материалов методом электронно-лучевого испарения. Здесь должно быть больше уделено внимания проблеме повышения прочности таких материалов.

Остается еще нерешенной проблема точного инженерного расчета режима технологических процессов (особенно скорости ведения процесса). Такой расчет с учетом реальных характеристик (по результатам диагностики) электронного пучка должен быть основой экспертных систем высшего уровня (рис. 5).

Важное значение для обоснования и подготовки решений имеет создание полноценных информационных систем (рис. 6).

Тем не менее, к началу XXI века электронно-лучевые технологии достигли уровня промышленного и научного развития, достаточного для перехода на более высокий интеллектуальный уровень применения в производстве.

■ #156

# Комбинированные процессы металлообработки с использованием электрического дугового разряда

**В. И. Носуленко, д–р техн. наук, проф., П. Н. Великий, О. Ф. Сиса, О. С. Чумаченко, инженеры,**  
 Кировоградский государственный технический университет (Кировоград)

**П**роцессы металлообработки с использованием электрического дугового разряда находят все более широкое практическое применение. Это – традиционная электроэррозионная обработка с использованием нестационарных электрических разрядов (электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная), размерная обработка электрической дугой (РОД) и плазменная обработка.

Данные процессы, а также электродуговую сварку и наплавку, следует рассматривать в их совокупности, единстве и взаимосвязи, поскольку их объединяет не только единая физическая природа «инструмента» обработки — дугового разряда, но и, в известной степени, общие технические и технологические приемы. По своим технологическим возможностям в совокупности они часто не уступают процессам обработки резанием и давлением, создавая таким образом высокоеффективную альтернативу последним, и образуя, по существу, новое направление в металлообработке — принципиально новый способ, отличающийся тем, что обработку осуществляют с использованием электрического дугового разряда. Такой способ, согласно существующим представлениям, должен получить название «электроразрядная обработка металлов».

Способы электроразрядной обработки интенсивно развиваются. Объясняется это рядом преимуществ таких технологий по сравнению с традиционными. В частности, исходный энергоноситель (электроэнергия) не преобразуется в силовую электроэнергию, а реализуется в зоне обработки непосредственно, в необходимое время, в нужном месте, в необходимом количестве (производительность обработки) и качестве (качество обработки). При этом нет заметных механических усилий на инструмент и заготовку, инструмент простой и дешевый, возможна высокоеффективная обработка труднообрабатываемых сплавов при широких возможностях реализации разнообраз-

ных технологических схем формообразования. Все это значительно упрощает технику и технологию металлообработки, делает процесс более мобильным, сокращает сроки подготовки производства, создает новые возможности и высокоэффективную альтернативу традиционным технологиям металлообработки, особенно в условиях мелкосерийного и индивидуального производства, в частности, в условиях ремонта машин.

Все эти преимущества оказалось возможным реализовать прежде всего в связи с появлением и развитием процесса РОД, устранившего основной недостаток электроэррозионной обработки — низкую производительность. К настоящему времени разработаны сравнительно простые и дешевые электроэррозионные станки РОД и системный ряд компактных, простых и дешевых электроэррозионных головок (ЭЭГ) к металлорежущим станкам.

ЭЭГ представляет собой устройство, обеспечивающее реализацию процесса РОД при локальном подводе в зону обработки рабочей жидкости и технологического тока. Большинство металлорежущих станков может быть оснащено ЭЭГ РОД без потери станками основных функций, что значительно расширяет их технологические возможности. Для этого достаточно установить ЭЭГ вместо металлорежущего инструмента.

Используют как профилированный, так и непрофилированный электрод-инструмент, работая на универсальных и специальных станках РОД, а также на любых металлорежущих станках с использованием всех их основных функций. Примером может служить обработка детали «лапа культиватора», когда внешний контур получают плазменной резкой, а квадратные отверстия с фаской — электрической дугой. Причем, это эффективно и при изготовлении этих деталей, и в при ремонте, например, после электродуговой наплавки изношен-

ных поверхностей квадратных отверстий.

Электроэррозионная установка с головкой АМН-1 предназначена для прошивки глухих и сквозных отверстий различных поперечных сечений, для изготовления фасонных стержней и полостей в деталях из металлов и сплавов, в частности, закаленных сталей и твердых сплавов, а также для выжигания остатков сломанного инструмента. Ее применение значительно расширяет технологические возможности сверлильного станка, преобразуя его за несколько минут переналадки в электроэррозионный станок, а при необходимости за те же несколько минут снова в сверлильный. Для этого вместо сверла устанавливают ЭЭГ и наоборот.

## Техническая характеристика

### ЭЭГ АМН-1:

Наибольший поперечный размер электрода, мм . . . . .	40
Наибольшая глубина прошивки, мм . . . . .	80
Скорость прошивки, мм/мин . . . . .	До 20
Точность обработки, мм . . . . .	0,01
Глубина ЗТВ, мм . . . . .	0,01
Относительный линейный износ графитового электрода, % . . . . .	До 1

Установка включает настольный сверлильный станок, собственно электроэррозионную головку, источник питания технологическим током до 300 А (обычно это сварочный выпрямитель), источник питания рабочей жидкостью (гидростанция или водопроводная сеть давлением больше 0,3 МПа) и комплект универсальных приспособлений, определяемый спецификой выполняемых работ.

В зависимости от условий, оговариваемых заказчиком, головку комплектуют по спецзаказу пультом управления и гидростанцией с использованием определенного вида рабочей жидкости, например индустриального масла. Инструментом являются электроды соответствующих форм и размеров из графита, чугуна и других токопроводящих материалов, которые крепят в электрододержателе головки. ■ #157

# Взаимосвязь модуля, плотности и вязкости комбинированных жидкоких стекол

Н. В Скорина, А. Е. Марченко, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

**М**одуль, плотность и вязкость являются основными параметрами жидкого стекла, определяющими его свойства и технологическую эффективность использования в производстве электропроводов. Из-за нестехиометрического состава свойства жидкого стекла невозможно выразить только каким-либо одним показателем. Полная технологическая оценка свойств жидкого стекла отражается только комплексом трех вышеперечисленных показателей, причем, зная значения двух, можно оценить значение третьего показателя.

Взаимосвязь модуля, плотности и вязкости монощелочных стекол (натриевых и калиевых) хорошо известна из литературы, например, по публикациям А. М. Матвеева, А. И. Рабухина, В. И. Корнеева и по работам сотрудников Московского опытного сварочного завода. В то же время, несмотря на более чем тридцатилетний опыт использования комбинированных натриево-калиевых и калиево-натриевых жидкоких стекол, их основные физико-химические свойства

изучены недостаточно, а возможность существования однозначной взаимосвязи модуля и плотности и вязкости вообще ставили под сомнение. В ИЭС им. Е. О. Патона на основании многочисленных экспериментальных данных, выполненных за последние два десятилетия, установлены зависимости вязкости от плотности комбинированных натриево-калиевых и калиево-натриевых жидкоких стекол разных модулей, а также определено влияние на них температуры.

Для этих целей использовали составы жидкоких стекол, изготовленных из производственных партий глыб. Для расширения диапазона оцениваемых параметров были изготовлены также опытные составы стекол. Модуль жидкого стекла определяли в соответствии с действующими стандартами на силикатные глыбы (оксид кремния анализировали весовым методом, щелочи — пламенным фотометром), плотность измеряли денситметрами, вязкость — прецизионным вискозиметром Хеплера ВН2 (с падающим шариком). Измерения выполняли при 20 °C, температура поддерживалась ультратермостатом U10. Температурные зависимости изучали в диапазоне от 15 до 70 °C.

Усредненные зависимости вязкости от плотности комбинированных жидкоких стекол разного модуля приведены на рис. 1 и 2 (соотношение  $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$  соответствовало требованиям НД на соответствующие силикатные глыбы). Полученные зависимости имеют экспоненциальный вид, аналогичный для натриевых или калиевых жидкоких стекол. В слишком разбавленных жидкоких стеклах увеличение плотности мало влияет на вязкость, в концентрированных — незначительное увеличение плотности вызывает весьма сильный рост вязкости, особенно с увеличением модуля жидкого стекла.

При одинаковом модуле вязкость калиево-натриевого жидкого стекла сильнее реагирует на изменение плот-

Рис. 1.  
 Зависимость  
 вязкости  
 от плотности  
 калиево-  
 натриевых  
 жидкоких стекол  
 разного модуля

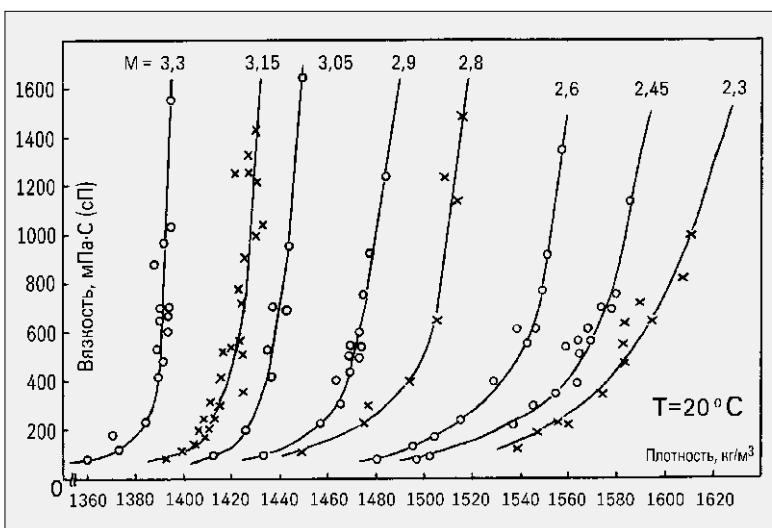
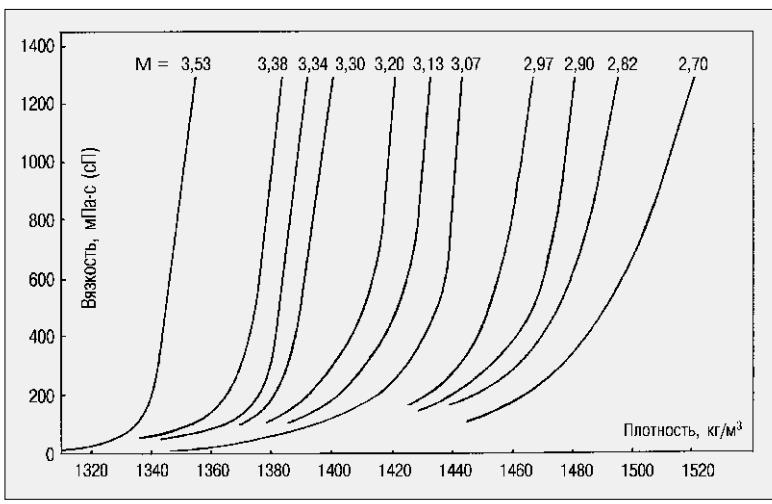
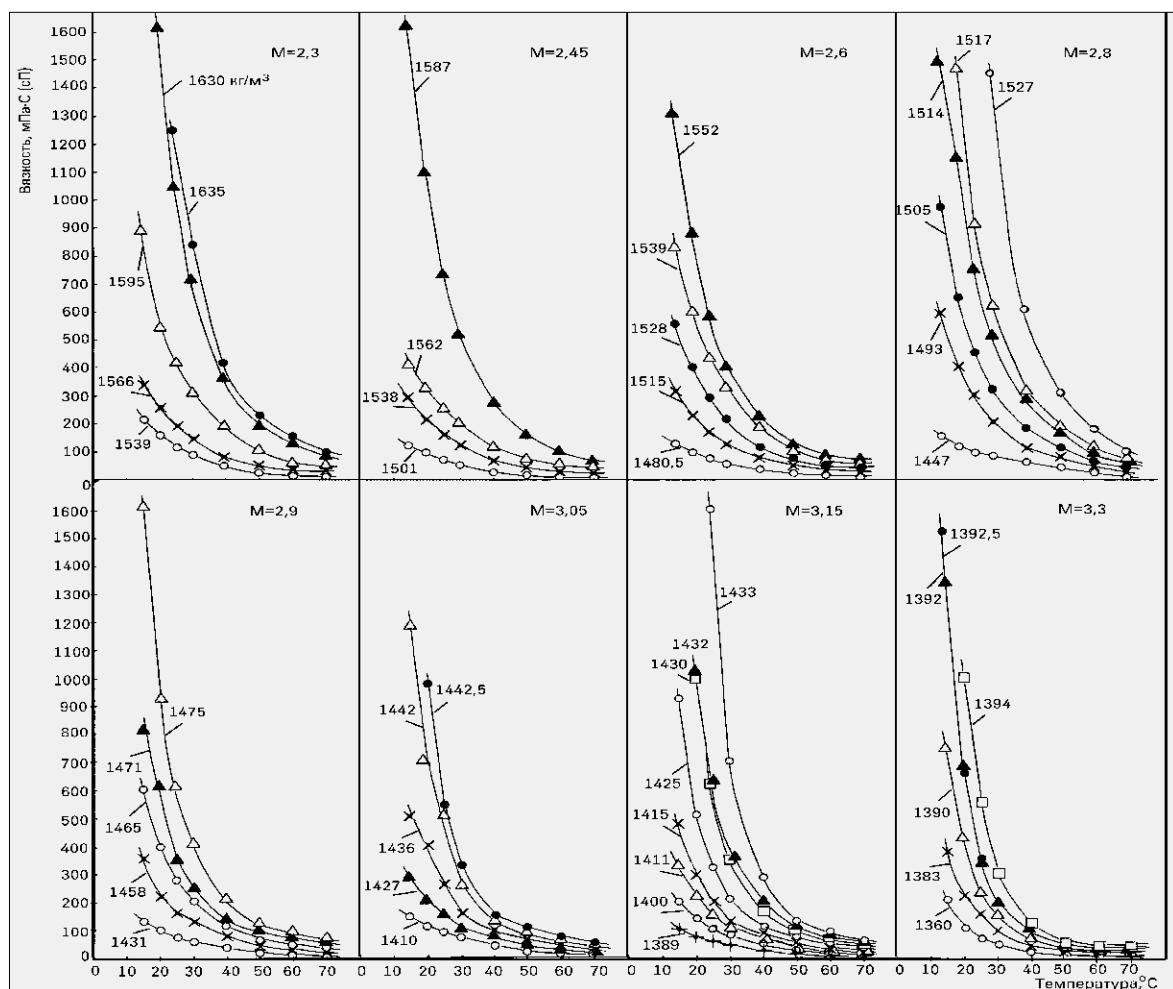


Рис. 2.  
 Зависимость  
 вязкости от  
 плотности  
 натриево-  
 калиевых  
 жидкоких стекол  
 разного модуля



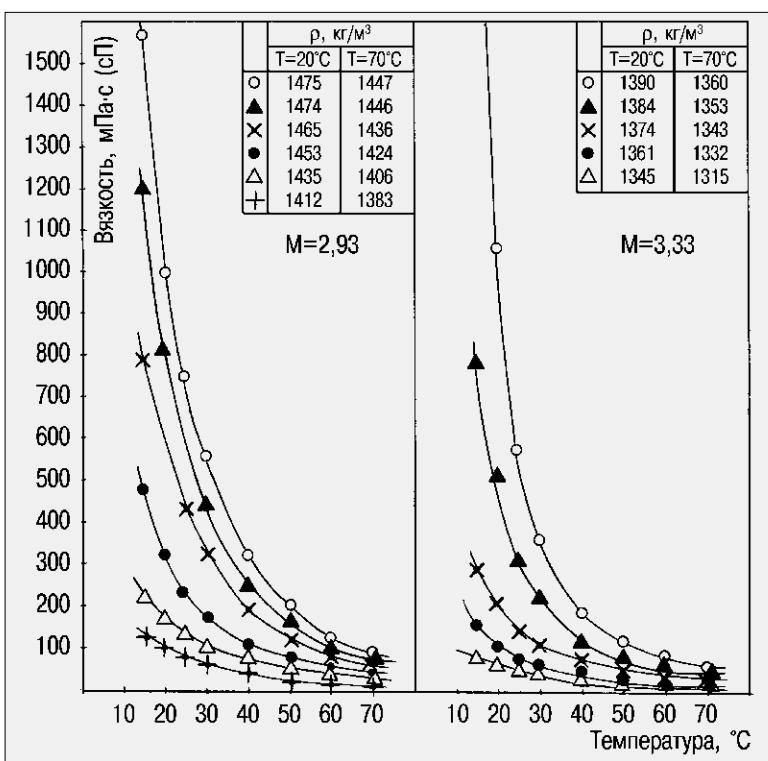


**Рис. 3.**  
**Зависимость вязкости от температуры калиево-натриевых жидкых стекол разного модуля и концентраций (цифры — плотность жидкого стекла при 20 °C, кг/м<sup>3</sup>)**

ности по сравнению с вязкостью натриево-калиевого жидкого стекла.

Большое влияние на вязкость жидких стекол оказывает температура (рис. 3 и 4). Вязкость жидких стекол повышается с уменьшением температуры. Чем концентрированнее раствор (т. е. выше его исходная вязкость) и чем больше модуль, тем чувствительнее становится вязкость к изменению температуры. На практике это означает, например, что для очень вязких (концентрированных) стекол в холодное время года следует особенно тщательно поддерживать необходимую температуру, так как в противном случае возможно застывание и полная потеря текучести жидкого стекла.

Плотность жидкого стекла также понижается с увеличением температуры, однако абсолютное изменение этого показателя невелико. При этом имеет место линейная зависимость плотности от температуры, по существу совпадающая с теми зависимостями, которые установлены для монощелочных жидкых стекол. ■ #158



**Рис. 4.**  
**Зависимость вязкости от температуры натриево-калиевых жидкых стекол разного модуля и концентраций**

# Инженерный экспресс-метод расчета на ЭВМ остаточных деформаций и напряжений при дуговой сварке тонких пластин встык

И. И. Рябцев, магистр, В. В. Лысак, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ»

**И**звестны графорасчетные методы определения сварочных деформаций и напряжений, использующие аппарат теории упругости или пластичности. Наиболее точное, хотя и достаточно сложное решение задачи расчета остаточных деформаций и напряжений для сварки встык дает упругопластический метод, учитывающий неодновременность сварки шва по всей длине.



Рябцев  
Игорь Игоревич  
Квалификация —  
магистр сварки.  
Закончил НТУУ  
«КПИ» в 2001 г.  
Работает в ИЭС  
им. Е. О. Патона  
в должности ин-  
женера-технолога  
I категории.



Лысак Валерий  
Владимирович  
Квалификация —  
инженер-механик.  
Закончил КПИ  
в 1974 г. Кандидат  
технических наук  
(1984 г.). Доцент  
кафедры свароч-  
ного производст-  
ва НТУУ «КПИ»  
(1987 г.)

В ИЭС им. Е. О. Патона, в МВТУ им. Баумана и в других организациях были разработаны программы и методы расчета остаточных сварочных деформаций и напряжений с использованием упругопластического решения. Однако эти программы достаточно сложны, зачастую требуют специальной математической подготовки, знания языков программирования.

Между тем существует потребность в создании более доступных инженерных экспресс-методов расчета остаточных деформаций и напряжений при сварке, которые позволяли бы быстро и эффективно, с достаточной степенью точности определять и прогнозировать их значение без проведения дорогостоящих экспериментов.

В основу предлагаемого упругопластического экспресс-метода расчета положена известная физическая модель пластической зоны, образующейся при сварке пластин встык. Пластическая зона представляется в виде круговой или эллиптической области. Для расчетов зону разбивают на ряд полос вдоль направления сварки, а каждую из них — на ряд одинаковых квадратных отрезков (рис. 1). Температура в пластической

зоне меняется в радиальном направлении, в соответствии с ней меняются физико-механические свойства металла каждого отрезка.

При разработке метода расчета были выбраны следующие допущения в отношении поведения металла пластин при сварке:

- сваривается идеально пластичный металл, не имеющий упрочнения;
- процесс сложного нагружения при протекании пластических деформаций представлен как серия следующих друг за другом отдельных актов простого нагружения, которые при плоском напряженном состоянии математически могут быть представлены следующим образом: одно напряженное состояние элементарного объема (отрезка) характеризуется полными деформациями  $\epsilon_{x1}$ ,  $\epsilon_{y1}$ ,  $\epsilon_{z1}$ ,  $\gamma_{xy1}$ , а другое, следующее по времени за ним, — деформациями  $\epsilon_{x2}$ ,  $\epsilon_{y2}$ ,  $\epsilon_{z2}$ ,  $\gamma_{xy2}$ , которое можно выразить формулами простого нагружения, приняв, что полные деформации, соответствующие этому напряженному состоянию, равны разности упругих деформаций рассматриваемого элементарного объема и пластических деформаций предыдущего:

$$\epsilon_x = \epsilon_{x2} - \epsilon_{x1n}; \quad \epsilon_y = \epsilon_{y2} - \epsilon_{y1n};$$

$$\epsilon_z = \epsilon_{z2} - \epsilon_{z1}; \quad \gamma_{xy} = \gamma_{xy2} - \gamma_{xy1n},$$

где  $\epsilon_{x1n}$ ,  $\epsilon_{y1n}$ ,  $\epsilon_{z1}$  и  $\gamma_{xy1n}$  — пластические составляющие деформаций первого нагружения;

- в выбранной круговой пластической зоне  $\sigma_t = 0$  и, следовательно, окта-

эдрические напряжения  $\tau_{okt}$  также равны нулю.

Таким образом, остаточные напряжения и пластические деформации последнего отрезка каждой полосы соответствуют остаточным напряжениям и пластическим деформациям этой полосы.

В соответствии с такими допущениями выбрана следующая схема расчета:

1. Первоначально рассчитывают напряжения и деформации, соответствующие упругому решению для отрезка 1 первой полосы:

$$\sigma_x = -\frac{\alpha Eq}{4\pi\lambda\delta} \left\{ e - \frac{v_c\chi}{2a} \left[ K_o \left( \frac{v_c r}{2a} \right) - \frac{\chi}{r} K_1 \left( \frac{v_c r}{2a} \right) \right] + \frac{2ax}{v_c r^2} \right\}, \quad (1)$$

$$\sigma_x = -\frac{\alpha Eq}{4\pi\lambda\delta} \left\{ e - \frac{v_c\chi}{2a} \left[ K_o \left( \frac{v_c r}{2a} \right) + \frac{\chi}{r} K_1 \left( \frac{v_c r}{2a} \right) \right] - \frac{2ax}{v_c r^2} \right\}, \quad (2)$$

$$\tau_x = \frac{\alpha Eq}{4\pi\lambda\delta} \left\{ e - \frac{v_c\chi}{2a} \left[ K_1 \left( \frac{v_c r}{2a} \right) - \frac{2ay}{v_c r^2} \right] \right\}, \quad (3)$$

$$\sigma_z = 0, \quad (4)$$

$$\epsilon_x = (1/E) \cdot [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)] = (1/E) \cdot (\sigma_x - \mu\sigma_y), \quad (5)$$

$$\epsilon_y = (1/E) \cdot [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)] = (1/E) \cdot (\sigma_y - \mu\sigma_x), \quad (6)$$

$$\epsilon_z = (1/E) \cdot [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)] = -(\mu/E) \cdot (\sigma_x + \sigma_y), \quad (7)$$

$$\gamma_{xy} = \tau_{xy} / G, \quad (8)$$

где  $\alpha$  — коэффициент температурного расширения;  $E$  — модуль нормальной упругости;  $q$  — эффективная тепловая мощность;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности;  $\delta$  — толщина сваривае-

**От редакции.** На протяжении последних лет сварочные кафедры университетов Украины ведут подготовку магистров — новой генерации молодых ученых, призванных укрепить научно-технический потенциал отечественной промышленности. Идя навстречу пожеланиям руководителей кафедр, редакция журнала открывает новую рубрику, в которой читатели смогут знакомиться с результатами работ, выполненных магистрами совместно с их руководителями. Надеемся, что новая рубрика будет содействовать развитию творческой инициативы и появлению молодых специалистов в области сварки.

мой пластины;  $v_c$  — скорость сварки;  $x$ ,  $y$  — координаты центра отрезка;  $r$  — длина радиус-вектора центра отрезка;  $K_0$ ,  $K_1$  — функции Бесселя;  $\mu$  — коэффициент Пуассона;  $G$  — модуль сдвига;  $a \frac{\lambda}{c}$  ( $c$  — удельная теплоемкость,  $\gamma$  — плотность материала пластины).

Остаточные напряжения отрезка 1 первой полосы рассчитывают по следующим формулам:

$$\sigma_{xn} = K \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z}{3} + 2 \frac{\tau_{okm}}{\gamma_{okm}} \left[ \varepsilon_x - \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z}{3} \right], \quad (9)$$

$$\sigma_{yn} = K \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z}{3} + 2 \frac{\tau_{okm}}{\gamma_{okm}} \left[ \varepsilon_y - \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z}{3} \right], \quad (10)$$

$$\sigma_{zn} = 0, \quad (11)$$

$$\tau_{xyn} = 0. \quad (12)$$

При расчете учитывают, что октаздрические напряжения равны нулю. По значениям остаточных напряжений определяют полные деформации первого отрезка:

$$\varepsilon_{xn} = (1/E) [\sigma_{xn} - \mu(\sigma_{yn} + \sigma_{zn})] = (1/E)(\sigma_{xn} - \mu\sigma_{yn}), \quad (13)$$

$$\varepsilon_{yn} = (1/E) [\sigma_{yn} - \mu(\sigma_{xn} + \sigma_{zn})] = (1/E)(\sigma_{yn} - \mu\sigma_{xn}), \quad (14)$$

$$\varepsilon_{zn} = (1/E) [\sigma_{zn} - \mu(\sigma_{xn} + \sigma_{yn})] = (\mu/E)(\sigma_{xn} - \mu\sigma_{yn}). \quad (15)$$

В соответствии с принятым выше допущением пластические деформации первого отрезка равны разности полных и упругих деформаций:

$$\varepsilon_{x1pl} = \varepsilon_{xn} - \varepsilon_x, \quad (16)$$

$$\varepsilon_{y1pl} = \varepsilon_{yn} - \varepsilon_y, \quad (17)$$

$$\varepsilon_{z1pl} = \varepsilon_{zn} - \varepsilon_z, \quad (18)$$

$$\gamma_{x1pl} = \gamma_{xyn} - \gamma_{xy}, \quad (19)$$

2. При переходе ко второму отрезку первой полосы первоначально по формулам (1–8) рассчитывают напряжения и деформации, соответствующие упругому решению для этого отрезка. Из упругих деформаций отрезка 2 вычитают пластические деформации отрезка 1, тем самым определяют деформации нагрузки отрезка 2. Значения остаточных напряжений отрезка 2 рассчитывают подстановкой найденных значений деформаций этого отрезка в формулы (9–12). Далее расчет производят как для первого отрезка (для всех остальных отрезков и полос аналогично).

Учитывая некоторую разницу в определении деформаций и напряжений для

**Таблица. Физико-механические свойства титанового сплава ОТ4–1 в зависимости от температуры**

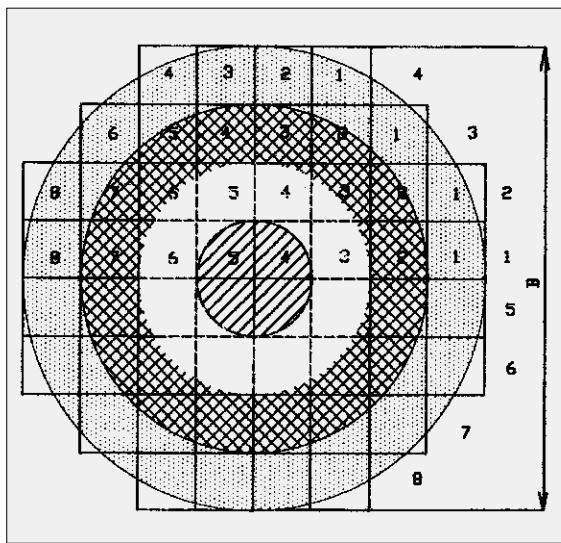
Физико-механические свойства	Температура, °C						
	20	100	600	800	900	1000	1200
Модуль нормальной упругости $E$ , кг/мм <sup>2</sup>	1,12·10 <sup>4</sup>	0,98·10 <sup>4</sup>	0,6·10 <sup>4</sup>	0,45·10 <sup>4</sup>	0,31·10 <sup>4</sup>	0,18·10 <sup>4</sup>	0,08·10 <sup>4</sup>
Модуль сдвига $G$ , кг/мм <sup>2</sup>	4,1·10 <sup>3</sup>	3,58·10 <sup>3</sup>	2,19·10 <sup>3</sup>	1,64·10 <sup>3</sup>	1,13·10 <sup>3</sup>	0,65·10 <sup>3</sup>	0,303·10 <sup>3</sup>
Коэффициент Пуассона $\mu$	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Коэффициент линейного расширения $\alpha$ , °C <sup>-1</sup>	8,0·10 <sup>-6</sup>	8,6·10 <sup>-6</sup>	10,2·10 <sup>-6</sup>	10,6·10 <sup>-6</sup>	11,0·10 <sup>-6</sup>	11,4·10 <sup>-6</sup>	12,4·10 <sup>-6</sup>
Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Дж(мм·с·°C)	5,49·10 <sup>-2</sup>	5,97·10 <sup>-2</sup>	9,31·10 <sup>-2</sup>	10,82·10 <sup>-2</sup>	12,2·10 <sup>-2</sup>	12,8·10 <sup>-2</sup>	14,0·10 <sup>-2</sup>
Удельная теплоемкость $c$ , Дж(кг·°C)	28,64	29,73	47,97	53,74	57,53	58,81	59,81

первого и последующих отрезков, для ПЭВМ было разработано две программы с использованием пакета MathCAD 2000 Pro.

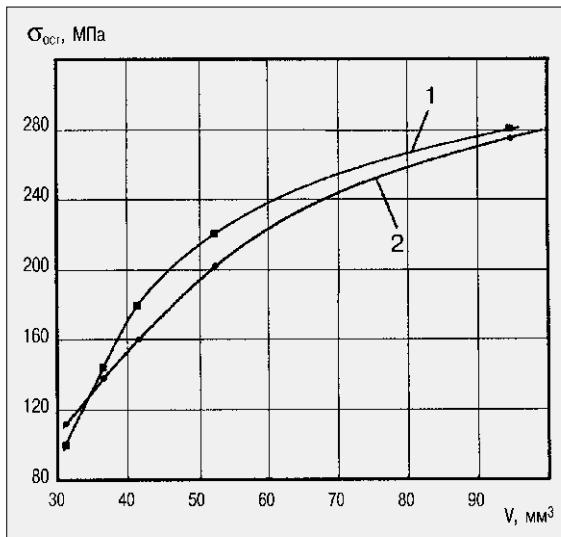
Для оценки достоверности предложенной методики было проведено сравнение результатов расчета и ранее полученных экспериментальных данных определения остаточных сварочных напряжений в зависимости от мгновенного объема пластически деформированного металла.

Расчет остаточных напряжений и деформаций производили для случая электродуговой сварки встык пластин из титанового сплава ОТ4–1 толщиной 0,5 мм. Пластическая зона была разбита на восемь полос и 52 квадратных отрезка (см. рис. 1). Было принято, что температура в пластической зоне для титанового сплава ОТ4–1 меняется в пределах 800–1200 °C. В таблице приведены физико-механические свойства сплава ОТ4–1 при этих температурах, часть из них получена методом экстраполяции. Для расчета были приняты те же параметры режима сварки, что и при проведении эксперимента: ток 32 А; напряжение 9 В; скорость сварки 0,6 см/с.

Результаты расчетов зависимости остаточных напряжений от мгновенного объема пластически деформированного металла, выполненных с использованием предлагаемого экспресс-метода, в сравнении с полученными ранее экспериментальными данными показаны на рис. 2. Анализ результатов показывает, что предложенная методика расчета на ПЭВМ остаточных сварочных напряжений и деформаций дает хорошую сходимость экспериментальных и расчетных данных для случая электродуговой сварки встык тонких пластин из титановых сплавов.



**Рис. 1. Схема разбивки высокотемпературной упругопластичной зоны на полосы и отрезки**



**Рис. 2. Зависимость остаточных напряжений от мгновенного объема пластически деформированного металла: 1 — экспериментальные данные; 2 — расчетные данные**

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

# Учебные программы на 2002 г.

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

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

№ п/п	Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
1.1		Техническое руководство сварочными работами на объектах, за которыми осуществляется государственный надзор (руководители сварочных работ):		
1.1.1	01	подготовка .....	3 недели (112 ч)	13.05–31.05
1.1.2	02	переаттестация .....	24 ч	28.05–31.05
1.2	03	Подготовка руководителей сварочно-монтажных работ при строительстве и ремонте газопроводов из полимерных материалов.	2 недели (72 ч)	11.03–22.03, 20.05–31.05, 09.12–20.12
		Переаттестация .....		25.02–01.03, 02.12–06.12
1.3	04	Подготовка и аттестация председателей комиссий по аттестации сварщиков–экспертов Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС)	3 недели (112 ч)	03.06–21.06, 09.12–27.12
1.4		Подготовка членов комиссий по аттестации сварщиков:		
1.4.1	05	специалисты технологических служб, отвечающие за организацию аттестации сварщиков .....	2 недели (76 ч)	14.10–25.10
1.4.2	06	специалисты служб технического контроля, отвечающие за контроль сварных соединений .....	2 недели (70 ч)	11.02–22.02, 08.04–19.04, 30.09–11.10
1.4.3	07	(включая специальную подготовку к аттестации по визуально–оптическому методу контроля) .....		*
1.5	08	специалисты служб охраны труда предприятий .....	2 недели (76 ч)	*
		Организация и проведение аттестации сварщиков в соответствии с ДНАОП 0.00–1.16–96.	2 дня (16 ч)	**
1.6		Продление полномочий (расширение допусков) председателей комиссий		
		Организация и проведение аттестации сварщиков в соответствии с ДНАОП 0.00–1.16–96.		
1.6.1	09	Продление полномочий (расширение допусков) членам комиссий по аттестации сварщиков: специалисты технологических служб, отвечающие за организацию аттестации сварщиков .....	2 дня (16 ч)	04.03–07.03
1.6.2	10	специалисты по техническому контролю (включая специальную подготовку к аттестации по визуально–оптическому методу контроля) .....	3 дня (24 ч)	03.06–06.06, 16.09–19.09, 11.11–15.11
1.6.3	11	специалисты по охране труда .....	3 дня (24 ч)	**
1.7	12	Технология и организация производства сварочных электродов .....	3 недели (112 ч)	03.06–21.06
1.8	13	Современные технологии нанесения упрочняющих и защитных покрытий .....	3 недели (112 ч)	Март, октябрь
1.9	14	Восстановление изношенных деталей машин и механизмов наплавкой .....	2 недели (76 ч)	Февраль, ноябрь
1.10	15	Профессиональная подготовка и аттестация специалистов по металлографическим исследованиям (исследование макро- и микроструктур, измерение твердости, выявление межкристаллитной коррозии и определение ферритной фазы):	2 недели (76 ч)	*
		инженер–лаборант .....		*
		техник–лаборант .....		*
		лаборант–металлограф .....		*
1.11	16	Эмиссионный и спектральный анализ металлов и сплавов .....	2 недели (76 ч)	*
1.12		Переподготовка специалистов сварочного производства по программам Международного института сварки:	Очно–заочное обучение	
1.12.1	17	Международный инженер–сварщик (IWE) .....	13 недель	*
1.12.2	18	Международный технолог–сварщик (IWT) .....	9 недель	*
1.12.3	19	Международный специалист–сварщик (IWS) .....	6 недель	*
1.13	20	Подготовка менеджеров качества (с выдачей европейских сертификатов) .....	3 недели (112 ч)	*
1.14	21	Технология и оборудование для сварки в монтажных условиях .....	2 недели (76 ч)	Май
1.15	22	Организация неразрушающего контроля на предприятиях железнодорожного транспорта .....	2 недели (70 ч)	21.01–01.02, 13.05–24.05, 02.12–13.12
1.16	23	Ручная и механизированная воздушно–плазменная резка металлов .....	2 недели (72 ч)	*
1.17	24	Техническое руководство сварочными работами при ремонте действующих трубопроводов (под давлением), за которыми осуществляется государственный надзор .....	2 недели (76 ч)	08.04–19.04, 11.11–22.11
1.18	25	Методы и аппаратура спектрального анализа в системе обеспечения качества технологического процесса производства сварочных материалов .....	2 недели (76 ч)	17.06–28.06
1.19	26	Профессиональная подготовка и аттестация специалистов по физико–механическим испытаниям:		
		подготовка .....	2 недели (76 ч)	16.09–27.09
		переаттестация .....	3 дня (24 ч)	08.07–11.07
1.20	27	Контроль эксплуатационной надежности основного металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов энергетических объектов	2 недели (76 ч)	ноябрь

## 2. Подготовка и повышение квалификации инструкторов и преподавателей по сварке

2.1	28	Подготовка инструкторов по обучению сварщиков по модульным программам	5 недель (192 ч)	14.01–15.02
2.2	29	Международная организация труда		
		Повышение квалификации преподавателей специальных дисциплин по сварке	3 недели (112 ч)	14.05–01.02

## 3. Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации сварщиков и дефектоскопистов

(с присвоением квалификации в соответствии с национальными и международными стандартами)

3.1		Обучение сварщиков (на базе модульных учебных систем международной организации труда):		
3.1.1	30	ручной дуговой сварки покрытыми электродами .....	9 недель (348 ч)	*
3.1.2	31	механизированной дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитных газах (MIG/MAG) .....	3 недели (112 ч)	*
3.1.3	32	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (TIG) .....	4 недель (152 ч)	*
3.1.4	33	газовой сварки .....	3 недели (112 ч)	Одна группа в месяц
3.1.5	34	пластмасс (сварка трубопроводов из полимерных материалов) .....	5 недель (192 ч)	21.01–22.02, 25.03–26.04, 04.06–05.07, 07.10–08.11
3.1.6	35	контактной (прессовой) сварки (сварка рельсов; сварка промысловых и магистральных нефте– и газопроводов) .....	3 недели (112 ч)	Март, 11.11–29.11

№ п/п	Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
3.2		Обучение резчиков:		
3.2.1	36	газовой резки . . . . .	.2 недели (76 ч) . . . . .	Одна группа в месяц
3.2.2	37	ручной и механизированной воздушно-плазменной резки . . . . .	.2 недели (76 ч) . . . . .	*
3.3		Повышение квалификации сварщиков: . . . . .		
3.3.1	38	ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в инертных газах легированных сталей . . . . .	.3 недели (112 ч) . . . . .	Индивидуально
3.3.2	39	механизированная дуговая сварка в защитных газах тонколистового металла (автосервис) . . . . .	.2 недели (76 ч) . . . . .	*
3.4	40	нанесение упрочняющих и защитных покрытий (металлизатор) . . . . .	.5 недель . . . . .	Апрель, ноябрь
3.5		Обучение дефектоскопистов: . . . . .		
3.5.1	41	ультразвукового контроля . . . . .	.202 ч, 182 ч, 112 ч . . . . .	Февраль*, июнь*, сентябрь*
3.5.2	42	радиационного контроля . . . . .	.188 ч, 168 ч, 158 ч . . . . .	Январь*, июнь*, октябрь*
3.5.3	43	магнитного контроля . . . . .	.174 ч, 152 ч, 134 ч . . . . .	Май*, декабрь*
3.5.4	44	газового и жидкостного контроля (капиллярный контроль) . . . . .	.170 ч, 146 ч, 138 ч . . . . .	Май*, ноябрь*
3.6	45	Подготовка контролеров сварочных работ (визуально-оптический контроль) . . . . .	.154 ч, 148 ч, 140 ч . . . . .	Февраль*
3.7	46	Целевая подготовка дефектоскопистов неразрушающего контроля предприятий железнодорожного транспорта . . . . .	.4 недели (152 ч) . . . . .	*
3.8	47	Механические испытания сварных соединений:		
		подготовка . . . . .	.2 недели (76 ч) . . . . .	16.09-27.09
		переаттестация . . . . .	.3 дня (24 ч) . . . . .	08.07-11.07
3.9	48	Подготовка термистов для работы на установках высокотемпературной закалки . . . . .	.3 недели (112 ч) . . . . .	*
3.10	49	Повышение квалификации дефектоскопистов ультразвукового контроля колесных пар вагонов . . . . .	.3 недели (112 ч) . . . . .	11.03-29.03, 09.09-28.09
3.11	50	Подготовка операторов-термистов на передвижных термических установках . . . . .	.2 недели . . . . .	*
3.12	51	Контактная, точечная, рельефная, шовная сварка различных конструкций из сталей с покрытием (цинк, олово) . . . . .	.2 недели . . . . .	*
3.13	52	Электродуговая сварка и термическая обработка конструкционных однородных и разнородных сталей . . . . .	.3 недели . . . . .	февраль-март
<b>4. Аттестация персонала сварочного производства (в соответствии с национальными и международными стандартами и правилами)</b>				
4.1		Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с ДСТУ 2944-94, ДСТУ 2945-94, правилами Госнадзорохранруды (ДНАОП 0.00-1.16-96), правилами Госатомнадзора (ПНАЭГ-7-003-87)		
	53		.1 неделя (32 ч) . . . . .	Еженедельно
	54		.2 недели (76 ч) . . . . .	Две группы в месяц
4.2	55	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с правилами Госнадзорохранруды (ДНАОП 0.00-1.16-96), правилами Госатомнадзора (ПНАЭГ-7-003-87)	.1 неделя (32 ч) . . . . .	Два раза в месяц
4.3	56	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с международными стандартами ISO 9606 и EN 287	.3 недели (112 ч) . . . . .	*
4.4	57	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с международными стандартами ISO 9606 и EN 287 . . . . .	.1 неделя (32 ч) . . . . .	*
4.5	58	Специальная подготовка и аттестация сварщиков пластмасс (сварка газопроводов из полиэтиленовых труб) в соответствии с требованиями Госнадзорохранруды	.2 недели (76 ч) . . . . .	*
4.6	59	Периодическая аттестация сварщиков пластмасс (сварка газопроводов из полиэтиленовых труб) . . . . .	.1 неделя (32 ч) . . . . .	26.02-02.03, 1405-18.05, 17.09-21.09, 05.11-09.11
4.7	60	Аттестация сварщиков на право выполнения работ при ремонте магистральных трубопроводов . . . . .	.3 недели (108 ч) . . . . .	*
4.8		Специальная подготовка к аттестации дефектоскопистов (1, 11 уровень квалификации) в соответствии с ДНАОП 0.00-1.27-97:	.От 24 до 140 ч***	
4.8.1	61	ультразвуковой контроль . . . . .	.140 ч . . . . .	04.02-28.02, 03.06-27.06, 07.10-31.10
	62	" "	.70 ч . . . . .	15.04-26.04, 18.11-30.11
	63	" "	.60 ч . . . . .	15.04-26.04, 18.11-30.11
	64	" "	.24 ч . . . . .	28.01-01.02, 27.05-31.05, 10.07-14.07, 09.12-13.12
4.8.2	65	радиационный контроль . . . . .	.140 ч . . . . .	04.02-28.02, 03.06-27.06, 07.10-31.10
	66	" "	.70 ч . . . . .	13.05-24.05, 16.09-28.09
	67	" "	.60 ч . . . . .	13.05-24.05
	68	" "	.24 ч . . . . .	11.03-15.03, 01.07-05.07, 02.12-06.12
4.8.3	69	магнитный контроль . . . . .	.110 ч . . . . .	01.04-19.04, 11.11-29.11
	70	" "	.60 ч . . . . .	-
	71	" "	.40 ч . . . . .	-
	72	" "	.24 ч . . . . .	20.05-24.05, 16.12-20.12
4.8.4	73	капиллярный контроль . . . . .	.110 ч . . . . .	10.04-30.04, 11.11-29.11
	74	" "	.60 ч . . . . .	-
	75	" "	.40 ч . . . . .	-
	76	" "	.24 ч . . . . .	27.05-31.05, 23.12-27.12
4.8.5	77	визуально-оптический контроль . . . . .	.70 ч . . . . .	11.02-22.02, 08.04-19.04, 30.09-11.10
	78	" "	.34 ч . . . . .	*
	79	" "	.24 ч . . . . .	04.03-07.03, 03.06-06.06, 16.09-19.09, 11.11-15.11
4.8.6	80	вихревой контроль . . . . .	.110 ч . . . . .	*
	81	" "	.60 ч . . . . .	*
	82	" "	.40 ч . . . . .	*
	83	" "	.24 ч . . . . .	*

\* По мере поступления заявок и комплектования учебных групп.

\*\* По согласованию с заказчиком.

\*\*\* В зависимости от уровня квалификации, по направлению ОСП (органа сертификации персонала).

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

■ На период обучения слушателям предоставляется общежитие с оплатой за наличный расчет.

■ Стоимость обучения определяется в договоре на обучение.

■ Для решения вопроса о приеме на обучение необходимо направить заявку в адрес Центра не позднее, чем за 1,5 месяца до начала занятий.

# До ювілею Я. М. Юзьківа



60

31 серпня виповнилося 60 років відомому вченому у сфері стандартизації Ярославу Михайловичу Юзьківу.

Після закінчення в 1963 р. Львівського політехнічного інституту він працював інженером-технологом на заводах Івано-Франківщини, служив офіцером у Радянській Армії, навчався в аспірантурі Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона АН УРСР за спеціальністю «технологія та обладнання зварювального виробництва». Після закінчення аспірантури залишився на науковій роботі в інституті, де спочатку працює молодшим науковим, а потім старшим науковим співробітником.

Лабораторні розробки Я. М. Юзьків завжди прагне реалізувати на практиці. Вчений зробив великий внесок у технологію зварювання вуглекислових та низьколегованих сталей підвищеної міцності в суміші вуглекислого газу та кисню, яку успішно втілено на машинобудівних заводах. Ним розроблено технологію виготовлення балонів високого тиску з комбінованою стінкою (металева оболонка, підсиленна скловолонком, базальтовим волокном) та впроваджено на виробництво.

У 1991 р. Я. М. Юзьків створює і очолює науково-дослідну лабораторію стандартизації. За його допомогою розроблені прогнози розвитку стандартизації та метрології у сфері зварювального виробництва та нормативно-технічні документи. Працював у роботі комісії зі стандартизації Ради економічної взаємодопомоги. За особистої участі вченого було створено міждержавний технічний комітет стандартизації

МТК 72 «Зварювання та споріднені процеси», відповідальним секретарем якого він був.

З 1992 р. Ярослав Михайлович працює в Українському науково-дослідному інституті стандартизації, сертифікації та інформатики заступником директора з наукової роботи у сфері стандартизації.

Коло наукових інтересів Я. М. Юзьківа становлять дослідження у сфері розроблення основоположних стандартів і керівних нормативних документів державної системи стандартизації та класифікації, системи інформаційного забезпечення. За його безпосередньої участі розроблено Концепцію державної системи стандартизації, підготовлено Декрет Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію». Він брав активну участь у розробленні основоположного Закону України «Про стандартизацію».

Ярослав Михайлович Юзьків є розробником методологічних основ гармонізації національних стандартів з міжнародними та європейськими. Під його керівництвом розроблено систему державної класифікації техніко-економічної і соціальної інформації.

Я. М. Юзьків зробив значний внесок у становлення української науково-технічної термінології, в розроблення засад формування систем стандартизованих термінів. Він є автором понад 60 наукових робіт з питань технології зварювального виробництва, стандартизації, класифікації, української науково-технічної термінології.

Вчений успішно поєднує наукову діяльність з великою науково-організаційною роботою як заступник директора інституту,

він член науково-технічної ради та науково-технічної комісії з питань термінології Державного комітету стандартизації, метрології та сертифікації України, голова Національної комісії стандартизації Міжнародного інституту зварювання, член редколегії журналів «Сварщик» та «Інформаційний вісник з охорони праці».

Слово вченого багато разів звучало на міжнародних та національних конференціях. Велика науково-дослідна, науково-організаційна і громадська робота Я. М. Юзьківа відзначена почесним знаком «За заслуги в стандартизації, метрології і сертифікації» та медалями.

Властиві Я. М. Юзьківу самовіданні ставлення до своїх обов'язків, глибоке розуміння державної важливості вирішуваних питань, науковий аналіз, широкий науково-технічний кругозір, ініціатива, організованість, скромність, вимогливість разом з чуйністю, доброзичливістю, оптимізмом, готовністю завжди бути разом з колегами у скрутні хвилинні їхнього життя, здобутий йому заслужений авторитет і глибоку пошану оточення.

**Щиро сердно вітаємо Ярослава Михайловича з ювілем, бажаємо йому доброго здоров'я, міцного гаряту, сил та наснаги для втілення задумів, невтомності в творчості, високого злету думки, подальших вагомих досягнень на благо України.**

Товариство зварювників України,  
 Інститут електрозварювання  
 ім. Є. О. Патона НАН України, редколегія  
 та редакція журналу «Сварщик»

# К 75-літию А. Г. Потапьевского



75

1 декабря 2001 г. Аркадию Григорьевичу Потапьевскому, доктору технических наук, профессору, Лауреату Ленинской премии, аудитору Госстандарта Украины исполнилось 75 лет.

Трудовая деятельность Аркадия Григорьевича началась осенью 1943 г. в Киеве и была продолжена после окончания Киевского политехнического института (1952 г.) в Институте электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины в отделе новых способов сварки.

А. Г. Потапьевский занимался разработкой и внедрением на предприятиях СССР технологий и оборудования для сварки под флюсом, электрошлаковой сварки и сварки в защитных газах. Разработка сварки в углекислом газе тонкими проволоками была темой кандидатской диссертации, которую он защитил в 1960 г.

Особый вклад Аркадия Григорьевича в разработку технологии сварки и постановку на производство полуавтоматов А-547,

станков-автоматов, систем централизованного обеспечения сварочных производств углекислым газом, вместе с другими разработчиками сварки в углекислом газе в 1963 г. был отмечен Ленинской премией.

В 1962 г. А. Г. Потапьевским совместно с Н. В. Подолой и под руководством академика Б. Е. Патона был разработан способ импульсно-дуговой сварки в аргоне плавящимся электродом.

Комплекс научных проблем и исследований импульсно-дуговых процессов сварки плавящимся электродом был обобщен Аркадием Григорьевичем в докторской диссертации, которую он защитил в 1974 г., а в 1975 г. ему было присвоено звание профессора.

Под его руководством подготовлено и защищено девять кандидатских диссертаций. Выполненные им совместно с коллегами и учениками разработки защищены 66 авторскими свидетельствами и 47 патентами США, Англии, Швеции, Германии,

Австрії и других стран. В соавторстве с колегами им опубликовано 10 монографий и 125 статей в отечественной и зарубежной литературе.

Параллельно с работой в Институте электросварки А. Г. Потапьевский преподавал в Киевском политехническом институте.

С 1995 г. Аркадий Григорьевич работает в области обеспечения качества и сертификации сварочного оборудования в Научно-техническом центре «СЕПРОЗ».

В 1998 г. Аркадий Григорьевич аттестован в качестве аудитора Госстандартом Украины на право выполнения работ по сертификации сварочного оборудования.

**Совет Общества сварщиков Украины, МНТЦ «СЕПРОЗ», редколлегия и редакция журнала «Сварщик» сердечно поздравляют Аркадия Григорьевича Потапьевского с днем рождения. Желаем Вам крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов.**

# Энергия термитной смеси на службе сварки

**Николай Николаевич Бекетов и Ганс Гольдшмидт**

**A. H. Корниенко, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины**

**К** началу XX в. были созданы все условия для замены клепки при ремонте и изготовлении машин и строительных конструкций на электрическую и газовую сварку. Нерешенной оставалась проблема соединения деталей с большими площадями сечения.



**Н. Н. Бекетов**



**Г. Гольдшмидт**

В принципе элементы большой толщины можно было сваривать любым способом, однако применение способа Славянова ограничивали стационарный аппарат и тяжелый генератор; более мобильным способом Бенардоса и ацетилено-кислородной сваркой можно было выполнять швы высотой только до 3–5 мм за один проход, а при многослойной сварке накапливались дефекты, снижалась производительность. Контактная сварка вообще была слабомощной. Сложная техническая задача была решена на принципиально новой основе — применением алюминотермии.

Процесс получения металлов из сплавов восстановлением окислов металлов алюминием был открыт физико-химиком Николаем Николаевичем Бекетовым.

Родился Н. Н. Бекетов 1 января 1827 г. в с. Новая Бекетовка Пензенской губернии. После окончания Казанского университета с 1849 г. работал в Петербурге, в 1859–1887 гг. — профессор Харьковского университета, с 1890 г. — профессор Московского университета. Развил физическую химию как самостоятельное направление науки. Открыл явление вытеснения металлов из растворов их солей водородом под давлением, разработал способ получения алюминия из криолита, составил курсы лекций и практикум по физической химии, с 1886 г. — академик Петербургской академии наук. Умер в Петербурге 30 ноября 1911 г.

Результатом его исследований была докторская диссертация (1859 г.) «Исследования над явлениями вытеснения одних металлов другими», где доказывалось, что шихта из смеси порошков алюминия и оксида железа, засыпанная в тигель и подожженная, горит при температуре в несколько тысяч градусов и превращается в железо и шлак. Вместо алюминия можно было применять магний, а из оксидов восстанавливать не только железо, но и ряд других металлов (например, хром, бор, титан), которые трудно получать другими способами. Это обстоятельство впоследствии было использовано в металлургии и при создании нового способа сварки, когда для нагрева применяют энергию горения термитной смеси, т. е. смеси алюминия (или магния) с оксидами металлов (главным образом железа).

Большой вклад в создание термитной сварки внес представитель Гейдельбергской школы химиков (Германия), ученик Р. В. Бунзена Ганс Гольдшмидт (родился в 1861 г. в Эссене, Германия). В 1888 г. он получил права на металлургический завод в Эссене, где в 1893 г. осуществил первый промышленный

алюминотермический процесс с целью получения коробиша — шлака, по твердости соответствующего карборунду.

(Следует отметить, что и сам Бунзен причастен к сварке. В 1841 г. он изобрел угольно-цинковый гальванический элемент, через десять лет путем электролиза получил магний, а затем и ряд других металлов; разработал точные методы газового анализа, совместно с Г. Р. Кирхгофом положил начало спектральному анализу. Приборы Бунзена (фотометр, калориметр и др.) использовались в последствии для изучения сварочных процессов. А его знаменитая горелка, сконструированная в 1855 г., занимает достойное место в ряду прототипов современных сварочных горелок).

В 1898 г. Г. Гольдшмидт в Германии впервые осуществил термитную сварку двух железных брусков, предварительно заформовав их и заполнив место стыка термитной смесью. После сгорания смеси образовавшееся жидкое железо было настолько перегрето, что подплавило кромки, а после застыивания превратилось в шов. Шлак всплыл, и его легко можно было отделить от места соединения.

Отдавая должное Гольдшмидту, надо отметить, что до его удачного эксперимента многие исследователи пытались применить алюминий для уменьшения оксидных включений в сплавах стали, но процесс алюминотермии был трудно управляемым, смесь вспыхивала мгновенно или совсем не загоралась. Гольдшмидт преодолел эту трудность, применив для хладной шихты запал из пероксида бария. И первый его патент (1897 г.) защитил способ производства технически чистых металлов.

Что касается термитной сварки, то первый патент (Германия № 1085), относящийся преимущественно к соединению рельсов, Гольдшмидт получил в 1901 г. Вскоре была организована фирма «Гольдшмидт термит компани», и термитный процесс начали применять для заварки дефектов отливок, ремонта треснувших рам двигателей, маховиков, штанг и т. д. В 1908 г. Гольдшмидт усовершенствовал технологию сварки рельсов (пат. Германии № 281591).

В 1913 г. Гольдшмидта избрали профессором Института железа и стали Германии. Он был почетным председателем Политехнического института, президентом и почетным членом многих технических обществ. В 1918 г. награжден Золотой медалью Эллиот-Кроссона Франклиновского института (США). В 1923 г. Ганс Гольдшмидт скончался.

Такие преимущества термитной сварки, как портативность оборудования и приспособленность, возможность соединять крупные заготовки на месте, и почти сразу же использовать сваренное изделие, были быстро оценены железнодорожниками. Термитом стали сваривать рельсы, поломанные тяги, штоки и др. В 1904 г. только одна австралийская фир-

ма «Электрик тракшен» выполнила 10 тыс. стыков. Термитная сварка считалась выгодной для соединения деталей с площадью сечения более 5 см<sup>2</sup>. На сварку стыка уходило до 10 мин. В США в 1904 г. термитная сварка была использована для соединения рельсов, деталей корабельных якорей, паровых машин и изготовления перекрытий мостов. Процесс оказался особенно выгодным при сварке соединений, сечение которых превышало 25 см<sup>2</sup>. Непревзойденные в то время возможности термитной сварки были продемонстрированы при прокладке путей Парижского метрополитена. Уникальными были работы по сварке труб, которые начала выполнять в 1905 г. «Манхэттен Рефриджерейтинг компани» (Нью-Йорк). Стыки двухдюймовых труб выдерживали сверхнизкие температуры под повышенным давлением.

Дальнейшее развитие термитной сваркишло по пути наибольшего полного использования таких особенностей этого процесса, как чрезвычайно высокая температура шлака (искусственного глинозема-корунда) и железа; легкое разделение слоя железа и слоя шлака; возможность получения шва любой формы и достаточно большой площади сечения (объема); мобильность, абсолютная независимость от внешних источников энергии. Такой комплекс существенных технических признаков составляет преимущество термитной сварки при монтаже и в полевых условиях.

Уже в первые два десятилетия XX в. были разработаны и нашли применение три технологические схемы термитной сварки, где сжигание смеси, получение железа и шлака производили в отдельном тигле, расположенным над местом сварки. При этом соединение получали:

- заливкой разделки жидким металлом без дополнительных технологических приемов;
- заливкой разделки шлаком (иногда и металлом) с последующим сдавливанием деталей и вытеснение его (их) из зазора;
- комбинированным способом.

В 1930 г. в СССР наиболее употребляемым был комбинированный способ термитной сварки стыков рельсов трамвайных и железнодорожных путей. При этом жидкое железо сплавляли с подошвой стыкуемых рельсов и нижней частью шейки, а шлаком нагревали головки рельсов и вставленную между ними стальную пластину до «сварочного жара», затем специальным прессом стягивали свариваемые рельсы, в результате чего происходила сварка. В это время применение газовой и термитной сварки в сравнении с другими способами сварки достигло своего максимума, а затем сообщения о термитной сварке появлялись все реже и реже. Началом возрождения термитной сварки можно считать применение в 1963 г. ее (опять же в Германии) для ремонта крупных изделий.

■ #160