

# Информационно-технический журнал Сварщик

Технологии  
Производство  
Сервис



№ 1 (23) 2002

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

Журнал выходит 6 раз в год

Издается с апреля 1998 г.

Подписной индекс 22405

## Уредители:

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

## Издатель:

ГВП «Экотехнология»

## Издание журнала поддерживают:

Общество сварщиков Украины,  
Национальный технический  
университет Украины «КПИ»

ундп проон



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

## Редакционная коллегия:

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

## Главный редактор

К. А. Ющенко

## Заместители главного редактора

Б. В. Юрлов, В. Г. Фартушный

## Редакционная группа:

### Литературный редактор

А. Л. Берзина

### Ответственный секретарь

Т. Н. Мишина

### Реклама

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

### 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

### URL

<http://www.enteco.sovamua.com/welder/>

### Представительство в Беларуси

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

### Представительство в России

Москва, Александр Николаевич Тымчук  
(095) 728-0134  
ООО «АНТ «Интеграция»

### Представительство в Прибалтике

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

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

Подписано в печать 07.02.2002. 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», 2002

## СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологии	3
Производственный опыт	
■ Восстановление крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов методами дуговой наплавки. И. А. Рябцев, Ю. М. Кусков, Ю. А. Маховский, В. А. Пащенко, О. А. Розенберг, В. Я. Рыбак	6
■ Повышение качества формирования шва при электронно-лучевой сварке толстолистовых металлов. А. А. Кайдалов	9
■ Опыт замены дефектных фланцевых патрубков в сосудах давления. Э. М. Дыскин	10
■ Низководородный сварочный флюс, обеспечивающий повышенную стойкость сварных швов к порообразованию. И. А. Гончаров, А. П. Пальцевич, В. С. Токарев	12
■ Гибкие шнуровые материалы для напыления и наплавки. В. Н. Борисов	14
Наши консультации	16
Технологии и оборудование	
■ Установка для ручной кислородно-флюсовой резки металлов и сплавов	17
■ Промышленная безопасность при использовании ацетиленовых баллонов. О. Е. Капустин	33
■ Литиевые жидкие стекла в производстве электродов с основным покрытием. Н. В. Скорина, А. Е. Марченко	36
Практикум сварщика	
■ Термическая обработка сварных соединений. Часть 5. Технология термообработки трубопроводов. Контроль температуры и качества термообработки сварных соединений. П. М. Корольков	38
Сертификация	
■ Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.01.2002 г.)	42
Юбилей	
■ Владимир Евгеньевич Патон — конструктор, руководитель, человек. А. Н. Корниенко	44
■ К 75-летию И. К. Походни	46
■ К 60-летию Д. Ю. Матико	46
Вышли из печати	47

# 2002

# Сварщик

Інформаційно-технічний журнал

Технології  
Виробництво  
Сервіс



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

№ 1 (23) 2002

Свідоцтво про реєстрацію KB № 3102 від 09.03.98

## Засновники:

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

## Видавець:

ДВП «Екотехнологія»

## Видання журналу підтримують:

Товариство зварників України,  
Національний технічний  
університет України «КПІ»



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

## Редакційна колегія:

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

## Головний редактор

К. А. Ющенко

## Заступники головного редактора

Б. В. Юрлов, В. Г. Фартушний

## 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. Кочубей

### Художник

В. Ю. Демченко

### Комп'ютерний набір

А. Є. Рубльова

### Верстка та комп'ютерна обробка

Т. Д. Пашигорова

### Адреса редакції

03150 Київ, вул. Горького, 62

### Телефон

(044) 268-3523, 227-6502

### Факс

(044) 227-6502

### E-mail

welder@svitonline.com

### URL

<http://www.enteco.sovamua.com/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 07.02.2002. 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 «Людопринт Україна», 2001

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

© «Екотехнологія», «Сварщик», 2002

## ЗМІСТ

Новини техніки та технології	3
<b>Виробничий досвід</b>	
■ Відновлення великогабаритних деталей обладнання гірничо-збагачувальних комбінатів методами дугової наплавки. <i>І. О. Рябцев, Ю. М. Кусков, Ю. А. Маховський, В. А. Пащенко, В. Я. Рибак</i>	6
■ Підвищення якості формування шва при електронно-променевому зварюванні товстості металів. <i>А. А. Кайдалов</i>	9
■ Досвід заміни дефектних фланцевих патрубків у сосудах тиску. <i>Е. М. Дискін</i>	10
■ Низьководневий зварювальний флюс, що забезпечує підвищену стійкість зварних швів проти виникнення пор. <i>І. А. Гончаров, А. П. Пальцевич, В. С. Токарев</i>	12
■ Гнучкі шнурові матеріали для наплення та наплавки. <i>В. Н. Борисов</i>	14
<b>Наші консультації</b>	16
<b>Технології і обладнання</b>	
■ Установа для ручного киснево-флюсового різання металів та сплавів	17
■ Промислова безпека при використанні ацетиленових балонів. <i>О. Є. Капустін</i>	33
■ Літєве рідке скло у виробництві електродів з основним покриттям. <i>М. В. Скорина, А. Є. Марченко</i>	36
<b>Практикум зварювальника</b>	
■ Термічна обробка зварних з'єднань. Частина 5. Технологія термообробки трубопроводів. Контроль температури та якості термообробки зварних з'єднань. <i>П. М. Корольков</i>	38
<b>Сертифікація</b>	
■ Виробники зварювальних матеріалів, які мають сертифікат відповідності в системі УкрСЕПРО, що виданий НТЦ «СЕПРОЗ» (за станом на 01.01.2002 р.)	42
<b>Ювілеї</b>	
■ Володимир Євгенович Патон – конструктор, керівник, людина. <i>О. М. Корнієнко</i>	44
■ До 75-ліття І. К. Походні	46
■ До 60-ліття Д. Ю. Матіко	46
<b>Вийшли з друку</b>	47

## CONTENTS

News in Equipment and Technology	3
<b>Industrial Experience</b>	
■ Renovation of Large Dimension Details of Equipment of Ore Processing Enterprises by Arc Cladding Methods. <i>I. Ryabtsev, Yu. Kuskov, Yu. Makhovsky, V. Pashenko, O. Rozenberg, V. Rybak</i>	6
■ Increasing of Quality of Seam Formation at Electron Beam Welding of Thick Metal Sheets. <i>A. Kaydalov</i>	9
■ Experience of Defective Flange Sockets Replacement in High-Pressure Vessels. <i>E. Dyskin</i>	10
■ Low Hydrogen Welding Flux Providing Increased Weld Seam Resistance to Pore-Formation. <i>I. Goncharov, A. Paltsevich, V. Tokarev</i>	12
■ Flexible Cord Materials for Spraying and Deposition. <i>V. Borisov</i>	14
<b>Our Consultations</b>	16
<b>Technology and Equipment</b>	
■ Machine for Hand Oxygen-Flux Metal and Alloy Cutting	17
■ Industrial Safety at Using of Acetylene Ballons. <i>O. Kapustin</i>	33
■ Lithium Liquid Glasses for Basic Coating Electrode Production. <i>N. Skorina, A. Marchenko</i>	36
<b>Welder's Practice</b>	
■ Thermal Treatment of Welding Joints. Part 5. Technology of Thermal Treatment of Pipelines. Testing of Temperature and Quality of Thermal Treatment of Welding Joints. <i>P. Korolkov</i>	38
<b>Certification</b>	
■ Welding Materials Manufacturers Having Certificate of Conformance in the UkrSEPRO System Issued by STC «SEPROZ» (on 01.01.2002)	42
<b>Jubilees</b>	
■ Vladimir Paton: Designer, Leader, Person. <i>A. Kornienko</i>	44
■ 75 <sup>th</sup> Anniversary of I. Pokhodnia	46
■ 60 <sup>th</sup> Anniversary of D. Matiko	46
<b>New Publications</b>	47

# НОВОСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

## Оборудование «Термо-1600» и «Термо-3000» для местной и объемной термообработки

С помощью данных установок можно проводить термообработку различных металлоконструкций, трубопроводов, отводов, расположенных на значительном удалении от самой установки (на магистралях, колоннах, печах), либо объемную термообработку изделий произвольных форм и конфигураций (сосудов, емкостей, фланцев), изготовленных из любых материалов. Термообработку можно вести одновременно в двух режимах: предварительный и сопутствующий подогрев при сварке и термообработка сварного соединения по заданной программе. Электроустановки «Термо-1600» и «Термо-3000» отличаются друг от друга в основном максимально потребляемой мощностью соответственно 120 и 200 кВт.

В качестве регистратора температуры в обеих установках используют автоматический потенциометр (12-канальный

самописец) модели ФЦЛ 502-14, работающий с термопарами или двухжильными термопарными проводами типа ХА. Количество каналов для подключения питающих кабелей электронагревателей — шесть. Каждый канал работает независимо друг от друга и имеет возможность ограничения силы тока. В зависимости от режима работы ток по каждому каналу выбирают в диапазоне от 60 до 320 А. Рабочее напряжение на каждом канале до 100 В (в зависимости от типов электронагревателей). Установки питаются от сети трехфазного переменного тока напряжением 380 В (50 Гц).

Установки имеют по два блока задатчика программ режимов термообработки (программаторов). С помощью этих программаторов оператор-термист задает указанные в технологическом процессе режимы: скорость нагрева, выдержку и скорость охлаждения. Каждый из шести каналов установки можно переключать на любой программатор. Диапазон максимальной скорости нагрева от 50 до 600 °С в час. По требованию заказчика он может быть изменен. Работа программаторов незави-

сима друг от друга, что делает возможным проведение одновременно двух различных режимов термообработки. Причем каждый из программаторов работает в автоматическом режиме. Дополнительно к автоматическому режиму работы программаторов можно осуществлять режим ручного ведения процесса термообработки на каком-либо из каналов. Работа каждого из каналов нагрева, заданные значения и реальная температура нагрева отображаются цифровой индикацией с помощью преобразователей типа Ш9322-ЦИ.

В качестве электронагревателей используют электронагреватели ГЕН (электронагреватели сопротивления) и КЭН (комбинированного действия). Они предназначены для предварительного и сопутствующего подогрева термообрабатываемых изделий с нагревом до 1000–1100 °С. Установки защищены от случайного короткого замыкания электронагревателей и термопар. ■ #161

**В. Н. Чушкин, И. П. Кочетков,**  
ООО РСП «Алексий» (Перьмь)



## Сварочный механизированный аппарат КПО16

В ОАО «КЗЭСО» разработан и запущен в серийное производство аппарат (сварочный полуавтомат) КПО16, предназначенный для механизированной сварки сплошной и порошковой проволоками в углекислом газе.



Аппарат укомплектован облегченным четырехроликовым подающим механизмом, смонтированным вместе с катушкой для электродной проволоки в переносном корпусе чемоданного типа.

Электрическая схема аппарата обеспечивает:

- выбор посредством тумблера в механизме подачи одного из двух возможных режимов сварки;
- управление началом и окончанием сварки посредством кнопки на горелке;
- плавное регулирование скорости подачи электродной проволоки, сварочного тока и напряжения;
- подачу защитного газа в зону сварки перед началом процесса и задержку подачи газа после окончания сварки;
- пуск сварочного выпрямителя перед началом сварки и задержку его отключения при окончании;
- проверку подачи защитного газа и напряжения холостого хода источника питания.

Аппарат КПО16 предназначен для работы с источниками сварочного тока КИУ-301

### Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети	трехфазного переменного тока, В	380
Частота питающей сети, Гц		50
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%, А:		
КИУ-301		315
КИУ-501		500
Род тока	Постоянный	
Предел регулирования сварочного тока, А:		
КИУ-301		50–315
КИУ-501		60–500
Диаметр электродной проволоки, мм:		
КИУ-301		0,8–1,4
КИУ-501		1,2–2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч		100–960
Регулирование скорости подачи проволоки		Плавное
Расход защитного газа, л/мин		8–20
Габаритные размеры подающего механизма, мм		370×275×150
Масса электродной проволоки, кг		12
Масса подающего механизма, кг		12

и КИУ-501. Комплекуют горелками на 315 и 500 А. Удобен для работы как в монтажных, так и в стационарных условиях в судостроении, вагоностроении, транспортном машиностроении и др. ■ #162

**С. В. Дух, ОАО «КЗЭСО» (Кавовка)**

## Ручной экструзионный аппарат РЭК-01 для сварки полимерных труб и листов

Предназначен для экструзионной сварки различных конструкций, листов и труб толщиной от 1 до 20 мм из термопластичных материалов (ПЭВД, ПЭНД, ПП, ПВХ, ПС, АВС). Экструдер представляет собой одношнековый аппарат с самоподающимся присадочным прутом.

В РЭК-01 реализована идея сварки поверхностей в любых пространственных положениях за счет использования теплоты расплавленного присадочного материала, подаваемого между соединяемыми поверхностями, в сочетании с предварительным и сопутствующим подогревами кромок соединяемых поверхностей потоком горячего воздуха.

Температуру воздуха регулируют изменением электрических параметров нагревательных элементов и величиной потока воздуха, подаваемого в канал системы подачи воздуха нагнетателем.

Расплав присадочного материала образуется за счет нагрева и плавления в

шнековом устройстве прямооточного типа присадочного прутка и подается в зону сварки турбулентным, а не ламинарным потоком, что обеспечивает лучшее перемешивание присадочного материала и более эффективный нагрев свариваемых кромок изделия.

РЭК-01 состоит из следующих узлов:

- электронагревателя и нагнетателя для подогрева и подачи воздуха;
- блока плавления присадочного материала, в состав которого входят электродвигатель, шнек расплава и специальный фторопластовый наконечник;
- разматывающего устройства для присадочного прутка;
- электронной системы контроля температуры и обратной связи управления подачей воздуха.

Сварка стыковых швов возможна без подготовки кромок, с V-образной и X-образной разделкой. Угловые и тавровые соединения можно выполнять без предварительной подготовки кромок. Во всех случаях необходимый сварной шов формируют с помощью фторопластовой насадки определенной формы. Система подачи и нагрева воздуха одновременно обеспечивает охлаждение зоны подачи

присадочного прутка для предотвращения его преждевременного размягчения.

### Техническая характеристика:

*Напряжение питающей сети частотой 50 Гц, В . . . . . 220*  
*Потребляемая мощность, кВт. . . . . 3,0*  
*Диаметр присадочного прутка, мм. . . . . 2-4*  
*Диапазон регулирования температуры расплава, °С. . . . . 180-280*  
*Диапазон регулирования температуры воздуха, °С. . . . . 20-650*  
*Толщина свариваемых материалов, мм. . . . . 1-20*  
*Максимальное количество воздуха, л/мин. . . . . 250*  
*Давление воздуха, Па . . . . . 3·10<sup>3</sup>*  
*Производительность, кг/ч . . . . . 2,5*  
*Габаритные размеры, мм. . . . . 460×270×180*  
*Масса, кг. . . . . 5*

Постоянно эксплуатируют аппарат такие предприятия, как «Энергоресурс-инвест», (Львов), ОАО «Завод сантехнических заготовок» (Киев), КП «Сантехмонтаж» (Днепропетровск), Главное предприятие тепловых сетей (Запорожье), «Газкомплект» (Московская обл., г. Реутов) и др. ■ **#163**

**В. А. Титов, А. Н. Волков, А. Н. Березин, А. Г. Брызгалин, ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ**

## Блочно-модульные установки серии УД 609 для упрочнения и восстановления деталей

Предназначены для восстановления и упрочнения цилиндрических, шлицевых, конических и плоских деталей по следующим технологиям:

- дуговой наплавкой в среде углекислого газа;
- дуговой наплавкой порошковыми проволоками;

- дуговой наплавкой под флюсом.

Используют для сварки кольцевых и продольных швов. Изготавливают из унифицированных модулей или специальной конфигурации по требованию заказчика.

В установки входят такие системы:

- технологический модуль;
- манипулятор технологического инструмента;
- манипулятор изделия;
- модуль управления.

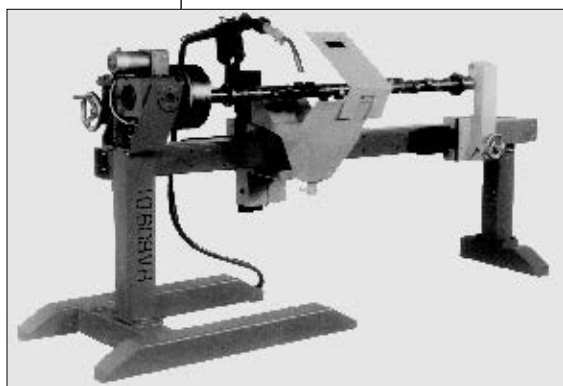
Технологический модуль — это система обеспечения дугового процесса, построенная на базе серийного сварочного полуавтомата ПДГ-516М. Манипулятор технологического инструмента обеспечивает перемещение технологического модуля по двум координатам и определяет общую компоновку установки в зависимости от типа наплавляемых деталей (короткие и длинные валы, втулки, шкивы, плиты и т. д.). Манипулятор изделия осуществляет вращение и наклон наплавляемой детали. Модуль управления реализует возможность работы установок в ручном и автоматическом режимах по заданной программе.

### Техническая характеристика:

*Диаметр наплавляемой детали, мм. . . . . 40-500*  
*Длина наплавляемой детали, мм, не более . . . . . 2500*  
*Производительность наплавки, кг/ч, не более . . . . . 20*  
*Сварочный ток, А, не более. . . . . 500*  
*Диаметр электродной проволоки, мм: стальной сплошной сечения . . . . . 1,2-2,0 порошковой . . . . . 1,8-3,2*  
*Скорость подачи электродной проволоки, м/ч (м/с) . . . . . 100-960 (0,028-0,27)*  
*Скорость вращения наплавляемой детали (регулирование плавное), об/мин . . . . . 0,25-170*  
*Скорость наплавки, м/ч, не более. . . . . 18*  
*Шаг наплавки, мм . . . . . 2-10*  
*Угол наклона горелки вдоль оси наплавляемой детали, ...° . . . . . ±45*  
*Угол наклона горелки поперек оси наплавляемой детали, ...° . . . . . 0-45*  
*Вместимость флюсобункера, дм<sup>3</sup>, не менее . . . . . 5*

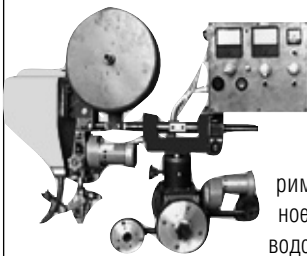
■ **#164**

*Инженерный центр «Дуга» (Киев)*





## Дуговой автомат АД-1300



Экспериментальное производство Института импульсных процессов и технологий НАН Украины представляет новую разработку — автомат АД-1300 для дуговой сварки под слоем флюса.

АД-1300 совмещает в себе простоту и надежность трактора ТС-17МУЗ с применением принципиально новых конструкторских решений и систему управления лучших зарубежных автоматов, не имеющих аналогов в странах СНГ.

С помощью АД-1300 можно производить:

- сварку в базе без каких-либо дополнительных приспособлений: дугой вперед, дугой сзади (наличие реверса);
- сварку вне базы: углом вперед и назад;
- сварку тавровых и угловых соединений с углом наклона 30–60°;
- при использовании дополнительных приспособлений — сварку кольцевых швов, продольных и поворотных поперечных стыков труб.

Плавная регулировка параметров сварки (тока, напряжения, скорости сварки) и их стабилизация обеспечивают высокое качество сварки и удобство в работе.

### Техническая характеристика:

Номинальный сварочный постоянный ток при ПВ=100%, А . . . . . 1300

Диапазон регулирования: скорости подачи, м/ч. . . . . До 50–514 скорости сварки, м/ч. . . . . 20–130

Диаметр электродной проволоки, мм. . . . . 2–5

Регулировка мундштука по горизонтали поперек шва, мм. . . . . ±300

Угол наклона сварочной головки, ...°, не менее. . . . . 0–60

Масса электродной проволоки в кассете, кг, не менее. . . . . 15

Вместимость флюсобункера, кг, не менее. . . . . 6

Габаритные размеры, мм, не более. . . . . 910×372×680

Масса трактора без флюса и электродной проволоки, кг, не более. . . . . 50

■ # 165

Экспериментальное производство

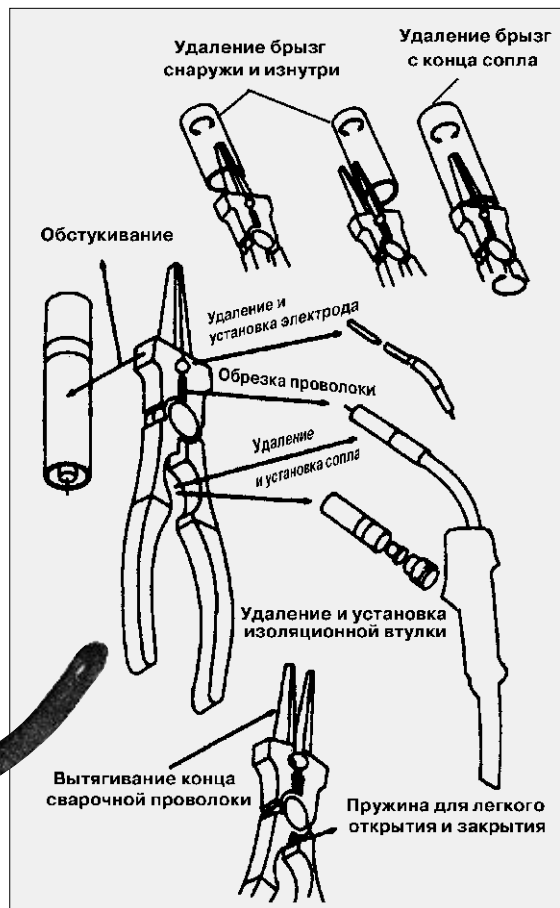
Института импульсных процессов и технологий НАН Украины (Николаев)

## Многоцелевой инструмент W-1/YS-20 для сварщика

Фирма «Time Chemical» на выставке «Сварка. Резка. 2001» (Эссен) продемонстрировала оригинальный инструмент «Welper YS 50» и «Welper YS 20» для выполнения вспомогательных операций при механизированной сварке в защитных газах. С помощью этого инструмента можно легко удалить брызги с внутренней и наружной поверхностей и торца сопла, удалить и установить сопло, электрод и изоляционную втулку, отрезать конец проволоки и протянуть проволоку через электрод. Инструмент изготовлен из высокоуглеродистой стали, имеет изолированные рукоятки и возвратную пружину.

■ # 166

«Time Chemical America» (USA)



## Инверторные аппараты «ВМЕ» для электродуговой сварки

Предназначены для ручной дуговой сварки покрытыми электродами низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Обеспечивают автоматическое под-

держание дуги и компенсацию колебаний напряжения питающей сети, обладают защитой от перегрузок и надежно защищенной электроникой, характеризуются легкостью настройки и надежной работой в монтажных и стационарных условиях.

■ # 167

И. И. Юрьев,

ООО НПЦ «ПромЭл-2000» (Москва)

Техническая характеристика: ВМЕ-120 ВМЕ-140 ВМЕ-160 ВМ-300

Напряжение питающей сети, В . . . . .187–242 . . .187–242 . . .187–242 . . . .3×220

Частота питающей сети, Гц . . . . .49–60 . . . .49–60 . . . .49–60 . . . .49–60

Максимальный потребляемый ток, А . . . . .12 . . . . .14 . . . . .16 . . . . .3×16

Диапазон регулировки

сварочного тока, А (плавно) . . . . .10–120 . . .10–140 . . .15–160 . . .30–300

Напряжение холостого хода, В . . . . .60–80 . . . .60–80 . . . .60–80 . . . .60–80

Диаметр электрода, мм . . . . .1–3 . . . . .1–4 . . . . .1,5–4 . . . . .2–6

Потребляемая мощность, кВт·А . . . . .2,7 . . . . .3,2 . . . . .3,7 . . . .13,7×3

Напряжение дуги, В . . . . .21–24 . . . .21–27 . . . .21–30 . . . .33–37

Диапазон температуры окружающей среды при 95% влажности, °С . . . . .до +35 . . . .до +35 . . . .до +40 . . . .до +40

Продолжительность включения, %, при ПВ=100% (максимальный ток, А) . . .80 (80) . . .80 (90) . . .80 (120) . . . .100

Габаритные размеры, мм . . . . .140×250×65 . .140×250×65 . .175×300×90 . .540×314×90

Масса (без учета массы проводов), кг . . .2,2 . . . . .2,2 . . . . .3,6 . . . . .12

# Восстановление крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов методами дуговой наплавки

И. А. Рябцев, Ю. М. Кусков, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, Ю. А. Маховский, В. А. Пащенко, инж., ПКФ «Укркомплект» (Кривой Рог), О. А. Розенберг, д-р техн. наук, В. Я. Рыбак, канд. техн. наук, Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины (Киев)

**В** данной статье представлены результаты работ ИЭС им. Е. О. Патона и ПКФ «Укркомплект» по восстановлению методами дуговой наплавки ряда крупногабаритных деталей горно-обогатительного оборудования: корпусных деталей (станина и корпус кольца) конусных дробилок, корпусов тележек обжиговых машин для производства окатышей, зубчатых венцов мельниц размола руды.

Современные горно-обогатительные комбинаты оснащены мощным дробильным и обогатительным оборудованием, способны перерабатывать ежегодно по несколько миллионов тонн руды. Детали такого оборудования, как правило, имеют большие габариты и массу, и в процессе эксплуатации они подвергаются различным видам изнашивания: абразивному, ударно-абразивному, изнашиванию при трении металла по металлу без и с прослойкой абразива и др. В результате изнашивания детали теряют первоначальные размеры, со временем выходят из строя, их периодически необходимо восстанавливать или заменять

новыми. Однако приобретение новых деталей или оборудования такого типа представляет зачастую не только технически, но и экономически сложную задачу. Поэтому разработка технологии восстановления крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов имеет большое народнохозяйственное значение.

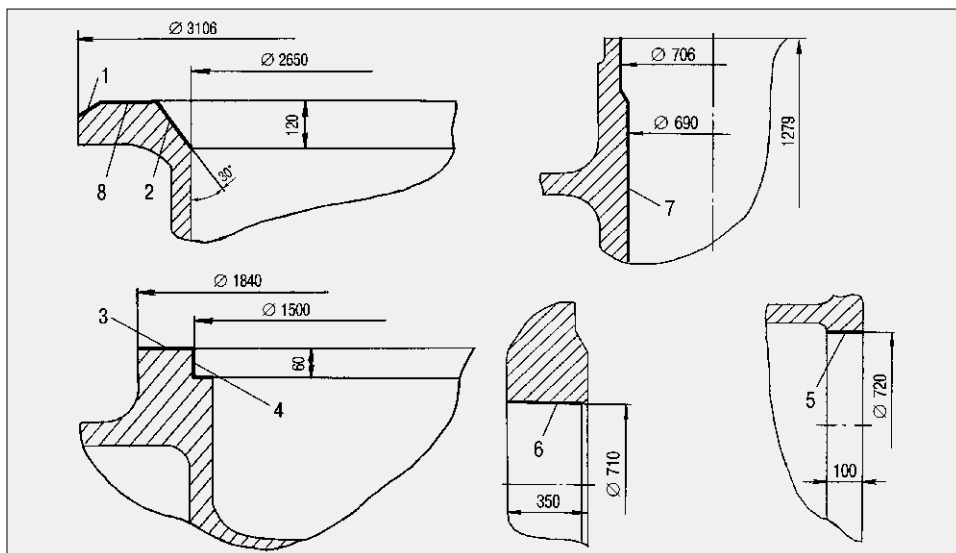
Несмотря на то, что габариты, форма и размеры восстанавливаемых поверхностей этих деталей, а в некоторых случаях и условия их эксплуатации во многом отличаются, тем не менее было решено разрабатывать для них достаточно близкие технологии наплавки и использовать однотипные наплавочные материалы. Это позволило без больших затрат времени и материальных ресурсов производить наплавку различных деталей и в перспективе обеспечить расширение объема наплавочных работ. Кроме того, в этом случае для восстановления различных деталей можно использовать одно и то же наплавочное оборудование.

**Наплавка станины и корпуса кольца конусных дробилок.** Станина конусной дробилки отлита из стали 35Л, имеет массу 25 т и наружный диаметр 3,5 м. В станине необходимо наплавлять две конические и три горизонтальные наружные поверхности, контактирующие с соответствующими поверхностями корпуса кольца, а также три внутренние цилиндрические поверхности с горизонтальной осью вращения, через которые проходят приводные валы (рис. 1). Износ в этих зонах является следствием трения металла по металлу и попадания в зону контакта между трущимися деталями абразивной пыли и кусков измельчаемой руды (рис. 2, а). В процессе изнашивания на некоторых поверхностях вскрывались литейные дефекты в виде отдельных раковин или их скоплений. Такие дефекты перед наплавкой разделявали (рис. 2, б).

Корпус кольца конусной дробилки представляет собой крупногабаритную гайку массой около 8 т с внутренней упорной резьбой УП 2550×50 мм. Корпус отливают из стали 35Л. В корпусе кольца изнашиваются поверхности, соприкасающиеся с соответствующими поверхностями на станине, изнашивается также сама упорная резьба. Есть случаи полного откола части витков резьбы, связанные с некачественным выполнением сборочно-монтажных работ и неправильной эксплуатацией мельницы. Наплавляемые поверхности корпуса кольца показаны на рис. 3, а, б.

При выборе наплавочной проволоки для восстановления станины руководствовались следующими соображениями. Проволока должна обеспечить получение наплавленного слоя с механическими свойствами, близкими к свойствам стали 35Л. Твердость наплавленного

Рис. 1. Наплавляемые поверхности станины конусной дробилки



слоя должна находиться в пределах 260–300 НВ, что должно обеспечить необходимую износостойкость наплавленного металла и не осложнять механическую обработку восстановленной детали. Для наплавки была выбрана порошковая проволока, обеспечивающая получение наплавленного металла типа низкоуглеродистой экономнолегированной стали со следующими механическими свойствами:  $\sigma_T \geq 500$  МПа,  $\delta \geq 20\%$ , 280–300 НВ. Диаметр проволоки 1,4 мм. Защитная среда — углекислый газ. Этой проволокой можно производить наплавку во всех пространственных положениях, что очень важно, учитывая форму, размеры и расположение наплаваемых поверхностей станины.

Для восстановления станины использовали полуавтоматическую наплавку в защитном газе. Степень изнашивания поверхностей станины, подлежащих восстановлению, была неравномерной: от 2 до 30 мм. Наиболее изношенные конические поверхности 1 и 2 (см. рис. 1) наплавали отдельными секторами в несколько слоев. При необходимости производили кантовку станины для установки наплаваемой поверхности в удобное для наплавки положение. Поверхности 3, 4, 5, 6, 7 и 8, имевшие относительно небольшой износ, наплавали в один слой. Обнаруженные дефекты литья (см. рис. 2, б) после разделки удаляли полуавтоматическим способом.

Общее время наплавки одной станины — 17 суток, на наплавку было израсходовано 620 кг порошковой проволоки.

Механическая обработка наплавленных поверхностей станины не вызвала никаких затруднений. После механической обработки на наплавленных поверхностях дефектов сварочного происхождения не обнаружено.

Для наплавки корпуса кольца использовали ту же проволоку, что и для станины. Наплавку производили полуавтоматом в среде углекислого газа.

Перед наплавкой с резьбовой части корпуса кольца удаляли загустевшую смазку и грязь. В основном, износ резьбы был равномерным и составлял 2–3 мм. Однако на поверхности резьбы были локальные зоны износа глубиной до 5 мм и длиной 5–15 мм, а заходная часть резьбы была полностью разрушена на длине примерно 2,5 м.

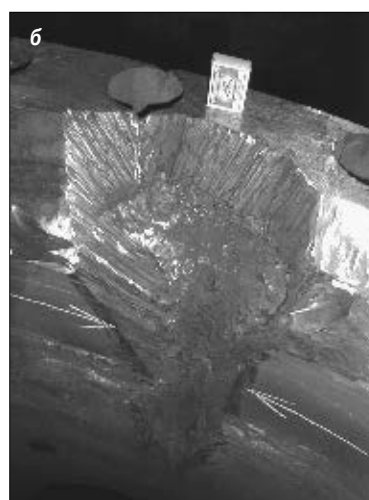
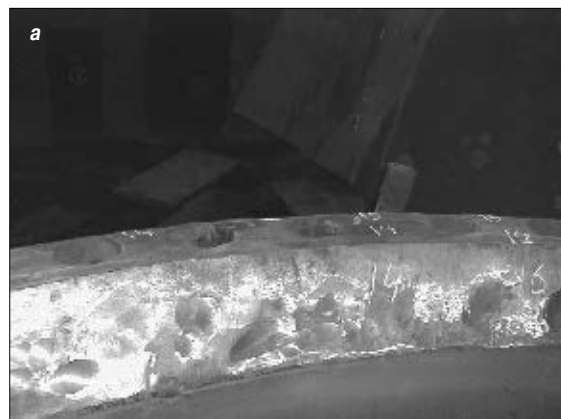
Первоначально производили наплавку торцевой поверхности 1 гайки (при ее горизонтальном расположении). Наплавку вели секторами в два слоя, за исключением зоны у основания резьбы, где износ был несколько меньше, и достаточно было наплавить один слой. Наплавку витков резьбы начинали с горизонтального участка и выполняли также секторами. Общее количество наплаваемых витков — 7,5 (учитывая заходную и выходную части резьбы). Вершину зуба наплавали без кантовки корпуса кольца с использованием медных подкладок. Затем следовала кантовка на 180° для наплавки наклонной части резьбы. Для наплавки сломанной заходной части резьбы использовали медные формирующие подкладки.

Наплавку конических и вертикальных поверхностей (см. рис. 3, б), контактирующих с аналогичными поверхностями на станине, производили по технологии, принятой для наплавки станины.

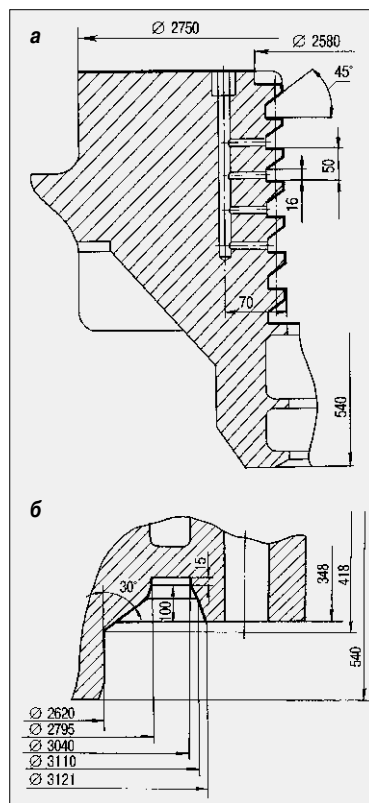
Общее количество порошковой проволоки, израсходованной на наплавку корпуса кольца, превысило 500 кг. После наплавки корпус кольца для снятия напряжений подвергали низкотемпературному отпуску. Механическая обработка корпуса кольца не вызвала трудностей, дефекты в наплавленном металле отсутствовали.

После наплавки и механической обработки восстановленные станина и корпус были установлены в дробилку, которая в настоящее время находится в эксплуатации.

**Наплавка корпусов тележек обжиговых машин.** Корпус тележки, отлитый из стали 14ХМТЛ, имеет массу около 5 т и длину около 4 м (рис. 4, а). Тележки собирают в замкнутую агломерационную ленту, на которой находятся обжигаемые доменные окатыши. Лента с окатышами проходит обжиговую печь, и при нормальной эксплуатации обжиговых машин нагрев тележек относительно невелик. Основной причиной выхода тележек из строя является прогиб их боковых балок, которые при эксплуатации должны плотно соприкасаться контактными плоскостями шириной 90 мм и длиной 3874 мм с контактными плоскостями соседних тележек. При нарушении плотности контактных плоскостей окатыши высыпаются в образовавшиеся проемы, что недопустимо. Боковые балки,



**Рис. 2.** Внешний вид изношенной поверхности (а) и дефектный участок станины конусной дробилки после разделки (б)



**Рис. 3.** Наплаваемые поверхности корпуса кольца: а — зона наплавки изношенной упорной резьбы; б — зона наплавки конических и вертикальных поверхностей

## Восстановление крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов методами дуговой наплавки

Рис. 4. Корпус обжиговой тележки (а) и типичные прогибы ее боковых балок (б)

кроме общего прогиба со стрелой до 25 мм, имеют локальные прогибы со стрелой до 30–40 мм и длиной от 200 до 500 мм (рис. 4, б). На некоторых боковых балках были также трещины длиной до 250 мм и глубиной до 50 мм.

Внешний осмотр вышедших из строя корпусов 70 тележек показал, что на них практически отсутствует окалина, не обнаружены также трещины термической

усталости. Это свидетельствует о том, что появление больших прогибов боковых балок корпусов тележек связано, по-видимому, с незапланированными остановками агломерационной ленты в печи и кратковременным нагревом тележек до высоких температур. Исходя из этого для наплавки тележек была выбрана самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая получение наплавленного металла типа стали 14ХМТЛ, т. е. той стали, из которой сделаны корпуса тележек.

Для восстановления корпусов тележек также использовали полуавтоматическую наплавку. В зависимости от величины прогиба выбирали количество наплавляемых слоев. После наплавки каждого слоя выполняли механическую зачистку наплавленной поверхности абразивными кругами. После завершения наплавки механически зачищали на-

плавленную поверхность по всей длине балки, обеспечивая зазор между наплавленной поверхностью и специальным шаблоном не более 1–2 мм.

После наплавки двух контактных поверхностей производили кантовку тележки для восстановления двух других поверхностей. Общее количество металла, наплавленного на один корпус тележки, составило 110–120 кг. По предложенной технологии было наплавлено более 70 тележек. При их эксплуатации не было выявлено никаких дефектов.

**Наплавка зубчатых венцов шаровых мельниц.** Для измельчения руды до порошкообразного состояния используют шаровые мельницы. Основной деталью привода вращения барабана является составной съемный зубчатый венец диаметром от 5 до 7 м и массой от 16 до 23 т. В большинстве горно-обогатительных комбинатов Криворожского бассейна шаровые мельницы находятся в эксплуатации в среднем 18 лет, имеют износ зубьев до 15 мм и требуют замены (рис. 5).

На производственном участке ПКФ «Укркомплент» в 2000 г. были наплавлены изношенные зубья венца со следующими характеристиками: модуль зубьев 20; число зубьев 268; длина зубьев 800 мм; угол наклона зуба 5–15°; наружный диаметр венца 5410 мм; количество секторов 2; масса венца 16,5 т.

После очистки венца от смазки и грязи была проведена дефектоскопия изношенных зубьев. По результатам дефектоскопии была определена пригодность венца к восстановлению. Для наплавки зубьев в ИЭС им. Е. О. Патона была разработана самозащитная порошковая проволока, обеспечивающая получение низколегированного наплавленного металла твердостью 280–340 НВ.

Наплавку зубьев вели полуавтоматически в непрерывном режиме с предварительным подогревом до 200–250 °С. Первоначально наплавливали торцы зубьев, последующую наплавку производили вдоль образующей зуба обратноступенчатым методом. Во избежание быстрого охлаждения наплавленные зубья укутывали асбестовым полотном. Общее время наплавки двух секторов зубчатого венца составило 27 сут., расход порошковой проволоки составил 2350 кг.

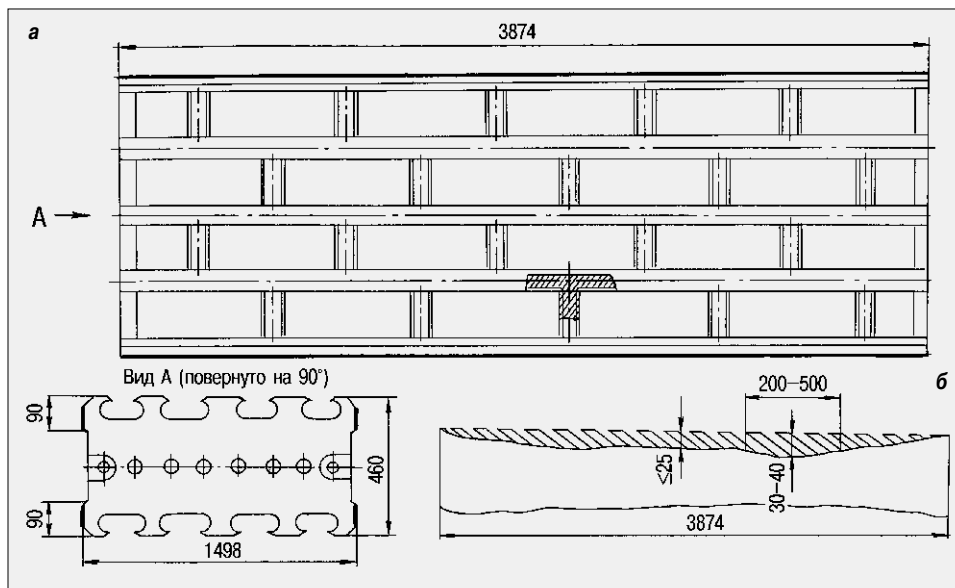


Рис. 5. Внешний вид изношенных зубьев (а) и профиль зуба венца (б): 1 — изношенный; 2 — номинальный; 3 — наплавленный

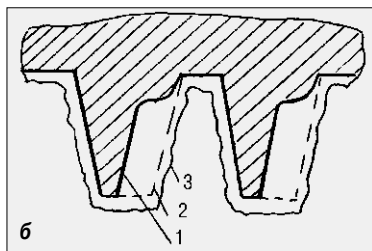


Рис. 6. Внешний вид восстановленных и механически обработанных секторов зубчатого венца шаровой мельницы



(Окончание на стр. 11) ►



# Повышение качества формирования шва при электронно-лучевой сварке толстолистовых металлов

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

**Г**идродинамические явления в сварочной ванне оказывают решающее влияние на качество формирования шва при электронно-лучевой сварке. Характер динамических явлений в ванне зависит от ее формы и размеров. Возможность управлять поведением расплава, подавлять или предотвращать нежелательные возмущения расплава является целью многих технологических приемов сварки.

## Повышение гидродинамической стабильности сварочной ванны.

Широкое применение развертки электронного пучка как технологического приема сварки обусловлено сравнительно небольшими затратами при реализации любых траекторий и скорости локального перемещения пучка относительно свариваемого стыка. Воздействие на расплав движущегося при развертке электронного пучка аналогично формированию сварочной ванны при перемещении пучка вдоль траектории сварки.

Поверхность расплава деформируется под действием реакции отдачи при испарении в месте воздействия статического электронного пучка. Небольшая часть расплавляемого металла вытесняется и движется перед пучком в направлении сварки, основная часть движется позади пучка в противоположном направлении. Вытесняемый перед электронным пучком расплав постепенно накапливается и при достижении некоторой критической массы отстает от пучка. При этом изменяется равновесная форма канала, что ведет к интенсивному силовому взаимодействию электронного пучка с поверхностью жидкого металла, сопровождаемому разбрызгиванием и выплеском расплава из сварочной ванны.

При развертке электронного пучка форма пародинамического канала в расплаве более стабильна, так как расплавленный металл вовлекается в локальное направленное движение. Чтобы привести в движение возможно больший объем

расплава, скорость локального перемещения электронного пучка должна быть в оптимальном диапазоне значений, определяемом инерционными свойствами и поверхностным натяжением жидкого металла при термическом воздействии.

Однако традиционно используемая развертка электронного пучка с его однократным преломлением не обеспечивает постоянства скорости локального перемещения пучка по глубине сварочной ванны. Это снижает эффективность такого приема сварки. Этот недостаток исключается применением двукратного преломления электронного пучка, обеспечивающего его «параллельный перенос».

При равномерной круговой развертке электронного пучка скорость его перемещения  $V_b = \pi f D$ , где  $f$  — частота круговой развертки;  $D$  — диаметр круговой развертки (диаметр окружности, описываемой осью электронного пучка на поверхности свариваемых деталей). Если оптимальная скорость  $V_b$  известна для данного материала в определенном диапазоне глубин проплавления, то частота и диаметр круговой развертки должны выбираться в соответствии с этим соотношением при условии  $V_b = \text{const}$ . Следовательно, генераторы развертки должны иметь функцию взаимозависимой регулировки частоты и амплитуды развертки после задания их оптимальных значений для определенного класса технологических процессов сварки.

## Предотвращение выплеска расплава из сварочной ванны.

При сварке толстолистовых ( $d \geq 80$  мм) металлов горизонтальным электронным пучком в горизонтальной плоскости наиболее сильно проявляется нежелательный динамический эффект: периодически повторяющийся мощный выплеск жидкого металла из сварочной ванны.

Уменьшение плотности расплавляемого при сварке металла и соответствующее возрастание его объема приводят к

постоянному накоплению расплава в форме капли в хвостовой части ванны. Это имеет место в основном при сварке в горизонтальной плоскости с несквозным и слабо сквозным проплавлением. Выливание расплава под действием силы тяжести препятствует сила поверхностного натяжения капли. При некотором критическом радиусе капли эти силы уравновешиваются, и любая дополнительная порция расплава, импульсно поступившая из глубины сварочной ванны, приводит к выплеску накопившегося жидкого металла.

Установлено, что выплеск расплава не возникает тогда, когда диаметр капли в хвостовой части сварочной ванны не превышает ширины шва на поверхности свариваемых деталей. Кроме того, необходимо формировать сварной шов равномерной ширины по всей его глубине. Для этого сварку нужно выполнять при следующих условиях и с использованием следующих приемов:

- применять полное проплавление;
- использовать электронный пучок с возможно меньшим диаметром и углом сходимости, т. е. с возможно большим ускоряющим напряжением;
- располагать уровень фокусировки электронного пучка в зоне проплавления;
- применять развертку с двукратным преломлением электронного пучка;
- использовать возможно меньшую скорость сварки.

Это обеспечивает формирование более стабильного капиллярного канала в сварочной ванне с оптимальным объемом расплавленного металла.

Описанные условия повышения качества формирования шва при электронно-лучевой сварке в совокупности с правильно выбранными технологическими приемами обеспечивают также более высокую воспроизводимость и больший диапазон допустимых отклонений параметров технологического процесса сварки. ■ #169

# Опыт замены дефектных фланцевых патрубков в сосудах давления

Э. М. Дыскин, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

**Н**аиболее повреждаемыми элементами сосудов давления являются фланцевые патрубки. В процессе эксплуатации в сварных швах могут возникать трещины различных видов и направлений, коррозионные и эрозионные повреждения, расслоения металла. При транспортировке и монтаже сосудов давления на патрубках могут образовываться недопустимые дефекты в виде вмятин, погнуто-стей, выпучин (гофров) и других отклонений от проектной формы.

При ремонте дефектные фланцевые патрубки, как правило, вырезают из корпуса и заменяют новыми. Замену патрубков в условиях эксплуатационной площадки или монтажа осуществляют по заводской технологии, применяемой при изготовлении конструкции, когда патрубок пропускают через стенку корпуса и приваривают его с одной или двух сторон стенки в зависимости от диаметра

патрубка и/или диаметра корпуса сосуда (рис. 1, а, б). В этих случаях делают разделку на всю толщину стенки с одной или двух сторон с целью получения полного провара сварного соединения. Сварку производят с предварительным подогревом до температуры, которая определяется маркой стали.

Конструктивно-технологические решения при таком ремонте патрубков

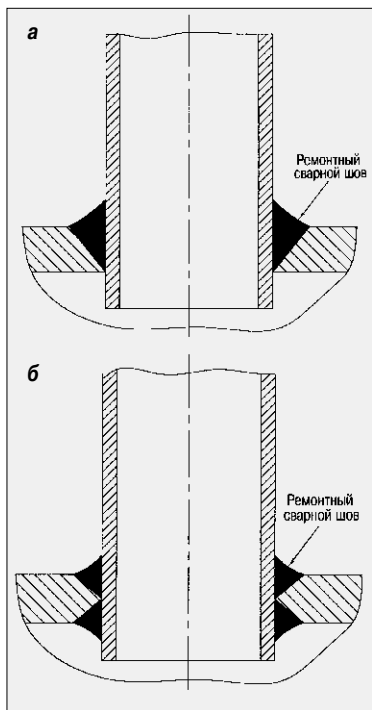


Рис. 1. Одностороннее (а) и двухстороннее (б) сварное ремонтное соединение патрубка с полным проплавлением стенки сосуда

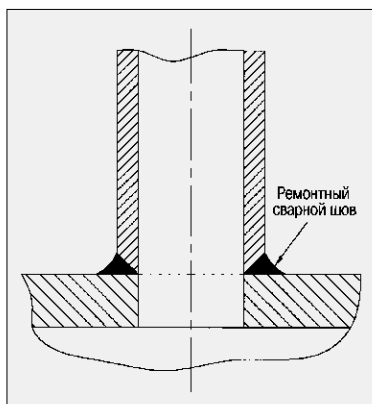


Рис. 2. Сварное ремонтное соединение с примыканием патрубка к корпусу сосуда

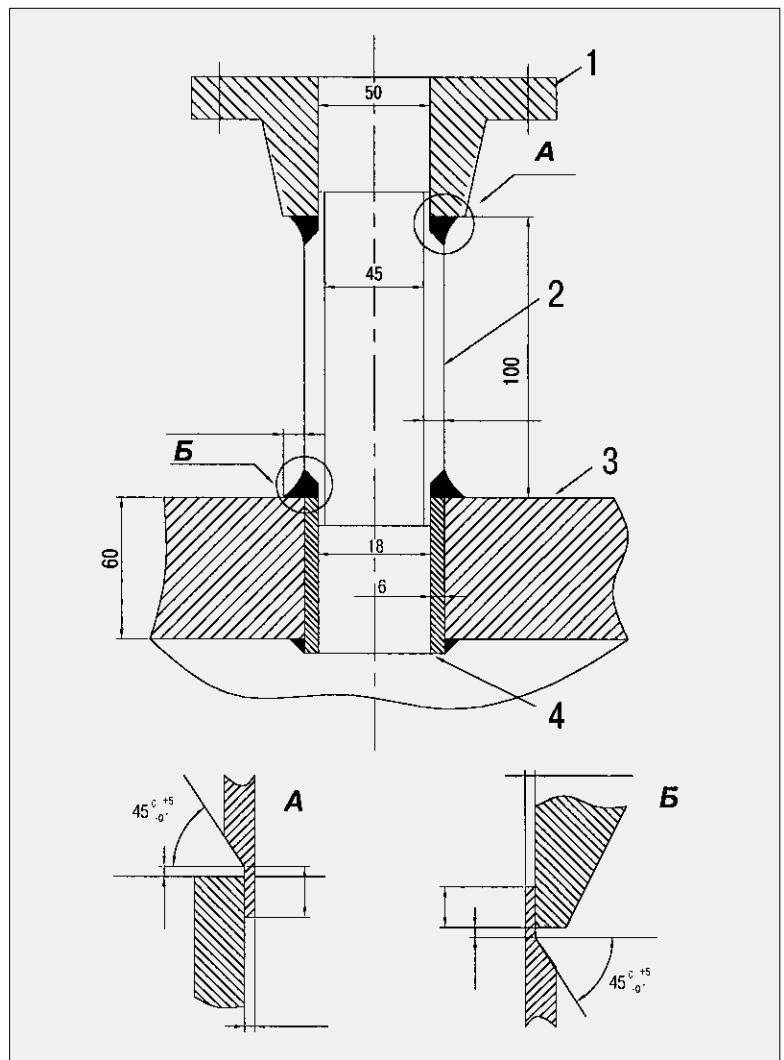


Рис. 3. Замена дефектного фланцевого патрубка в сепараторе газа на промыслах ГПУ «Харьковгаздобыча»: 1 – фланец; 2 – новый патрубок; 3 – стенка корпуса сосуда; 4 – оставшаяся часть удаленного патрубка

имеют существенные недостатки: при большой толщине стенки корпуса (50 мм и более) и невозможности сварки с обеих сторон получаются чрезмерно большие объемы наплавленного металла на ограниченных участках, в результате чего возникают объемные остаточные напряжения, близкие к пределу текучести металла. Остаточные напряжения вызывают местную перегрузку стенки сосуда и являются причиной возникновения многочисленных микроскопических трещин, инициирующих слоистое растрескивание и разрушение сварного ремонтного соединения в процессе эксплуатации конструкции. Термообработка сварных ремонтных соединений на эксплуатационной площадке затруднена, а в большинстве случаев невозможна.

При двухсторонней сварке объемы наплавленного металла существенно меньше. Однако выполнение сварочных работ внутри сосуда затруднено из-за высокой температуры подогрева металла (более 100 °С), загазованности воздуха и неудовлетворительного освещения. В результате качество сварного соединения снижается. При замене патрубков в условиях эксплуатационной площадки применяют конструктивно-технологическое решение, при котором патрубок примыкает к корпусу цилиндра (рис. 2). В этом случае сварку производят только с одной наружной стороны сосуда при небольших объемах наплавленного металла. Сварное ремонтное соединение не требует термообработки. Такое решение было реализовано на промыслах ГПУ «Харьковгаздобыча» при замене фланцевых патрубков в сепараторах газа, рассчитанных на внутреннее

давление 11–13,5 МПа. Внутренний диаметр сосудов 1000 мм, толщина стенки корпуса 60 мм; материал корпуса — низколегированная сталь 16ГС по ГОСТ 5520–62, материал патрубков — сталь 09Г2С, размер 60×6 мм.

Замену фланцевых патрубков производили в следующем порядке:

1. Дефектные патрубки срезали с корпуса сосуда газовым резаком с припуском 2–3 мм от поверхности корпуса и производили механическую зачистку припуска заподлицо с поверхностью корпуса шлифовальным кругом.
2. Дефектные патрубки отрезали от фланцев газовым резаком с припуском 4–5 мм со стороны фланца под механическую обработку (фланцы использовали повторно).
3. Производили механическую обработку фланцев для приварки новых патрубков.
4. Изготавливали новые патрубки с наружным диаметром 57 мм и толщиной стенки 6 мм из бесшовных горячедеформированных труб из стали 09Г2С по ГОСТ 8731 и ГОСТ 8732. Концы патрубков протачивали на токарном станке с одного конца под сборку и одностороннюю сварку с фланцем, а с другого — под сборку и одностороннюю сварку с корпусом. При проточке патрубков по концам были предусмотрены центрирующие участки, как показано на рис. 3 (узлы А и Б).
5. Новые патрубки собирали и сваривали с фланцем в цеху. Сварку производили покрытыми электродами марки Fox EV 50 «Böhler» диаметром 3,2 мм в нижнем положении, периодически поворачивая деталь. Перед сваркой электроды прокаливали в электричес-

кой печи при температуре 250 °С в течение 2 ч.

6. Новые фланцевые патрубки устанавливали в отверстия от срезанных патрубков так, чтобы они примыкали к корпусу сосуда. Патрубки центрировали цилиндрическими проточками и закрепляли двумя электроприхватками. Сварку производили в два прохода. Вторым проходом формировался усиливающий валик шва с плавным переходом к основному металлу (см. рис. 3). Сварку вели с подогревом основного металла до температуры 100–110 °С.

В процессе ремонта изготавливали два дополнительных контрольных фланцевых патрубка под образцы для макро- и микроисследований сварных соединений и под образцы на растяжение с целью проверки технологии сварки, установления прочности сварных соединений и контроля квалификации сварщиков. Всего было заменено девять дефектных патрубков на четырех сосудах. Сварные ремонтные соединения подвергали ультразвуковому контролю, а корпуса сосудов — испытаниям внутренним давлением на прочность и плотность. Пробные испытания с повышенным рабочим давлением показали удовлетворительное качество сварных ремонтных соединений.

Опыт замены фланцевых патрубков на сосудах давления в условиях монтажа показал целесообразность такого конструктивно-технологического решения ремонта патрубков, особенно эффективного при больших толщинах стенки корпуса и при доступе к месту сварки только с одной наружной стороны сосуда. ■ #170

## Восстановление крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов методами дуговой наплавки

(Окончание. Начало на стр. 8)

Для обработки наплавленных зубьев в ИСМ им. В. Н. Бакуля был разработан комплект твердосплавных фрез: цилиндрическая фреза для обработки по наружному диаметру; две дисковые фрезы для черного фрезерования впадин; червячная фреза для чистовой обработки венца.

Всего по описанной технологии наплавлено и обработано три зубчатых венца (рис. 6). Два первых из них поставлены на мельницы и находятся в эксплуатации 14 и 3 мес. При выполнении планово-предупредительных

ремонтов на мельницах производят осмотр наплавленных венцов. Никаких претензий к ним нет. Затраты на восстановление венцов не превышают 40% стоимости нового венца.

Таким образом, получен положительный опыт восстановления ряда крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов. Это позволяет рекомендовать разработанные технологии и наплавочные материалы для восстановления изношенных аналогичных или подобных деталей. ■ #168

# Низководородный сварочный флюс, обеспечивающий повышенную стойкость сварных швов к порообразованию

И. А. Гончаров, инж., А. П. Пальцевич, канд. техн. наук, В. С. Токарев, инж., ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

**В** производстве сварных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей с применением сварки под флюсом в настоящее время существуют такие проблемы:

- исчерпание запасов Чиатурской марганцевой руды и вынужденный переход на низкосортное марганцевое сырье Никопольского месторождения привели к необходимости корректировки составов наиболее распространенных флюсов АН-348А и ОСЦ-45, что стало причиной ухудшения качества швов, в частности по стойкости против образования пор;
- накопление шлаковых отходов сварочного производства, имеющих третий класс опасности, требует значительных затрат на их локализованное хранение или утилизацию. В настоящее время только на Харцызском трубном заводе объемы отходов флюса составляют 5 тыс. т.

Получение плотных швов при сварке под марганцево-силикатными флюсами обычно достигается за счет повышения содержания в составе флюса фторида кальция, способного в зоне сварки связывать водород в нерастворимый в стали HF. Однако последний вреден для работающих. Основным источником водорода при сварке под флюсом являются сами флюсы. Поэтому для снижения концентрации водорода в металле сварочной ванны эффективнее применять флюсы, содержащие минимальное количество водорода.

Относительно форм существования водорода в сварочных плавных флюсах сейчас как бы общепризнанным является положение Ю. Д. Брусницына о преимущественном присутствии цеолитной воды во флюсах, адсорбируемой при их изготовлении на этапе мокрой

грануляции, независимо от строения зерен (пемзовидное, камневидное, стекловидное), и удаляемой в температурном интервале 200–1100 °С. Вода, адсорбированная в структурных пустотах цеолитов, практически полностью удаляется при нагреве до 400 °С.

Важная информация о формах водорода в плавных флюсах получена при исследовании кинетики выделения водорода из флюсов при их нагреве с применением метода газовой хроматографии по методике, разработанной А. П. Пальцевичем применительно к компонентам электродных покрытий.

С целью создания низководородных сварочных материалов авторами проведен анализ существующей технологии производства плавных флюсов для определения тех ее этапов, которые вносят наибольшую долю потенциального водорода во флюс. Сырьевые компоненты, применяемые при изготовлении сварочных плавных флюсов, содержат значительные количества водорода на 100 г вещества: марганцевый концентрат — 3010 см<sup>3</sup>, глинозем — 1260 см<sup>3</sup>, песок — 200 см<sup>3</sup>, флюоритовый концентрат — 156 см<sup>3</sup>. Сварочные плавные флюсы получают сплавлением сырьевых материалов в газопламенной или электрической печах с последующей мокрой грануляцией расплава. В результате этого процесса содержание водорода в получаемых флюсах значительно снижается.

Установлено, что во флюсах стекловидного строения (АН-348А, ОСЦ-45, ОСЦ-45М), в зернах которых микрополости почти отсутствуют, общее содержание водорода невелико и находится в достаточно узком диапазоне: 30–36 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/100 г флюса. В пемзовидном же флюсе АН-60 содержание

водорода почти в два раза выше — 62 см<sup>3</sup>/100 г. Молекулярная вода, адсорбированная на этапе мокрой грануляции, удаляется из полостей в пемзовидных зернах при сравнительно невысоких температурах — до 600 °С.

Стекловидные флюсы, выплавленные в газопламенной и электродуговой печах, несмотря на близкие значения общего содержания водорода, значительно отличаются по кинетике его десорбции в процессе нагрева. Для флюсов, изготовленных в газопламенной печи, основное количество водорода (до 15–21 см<sup>3</sup>/100 г) выделяется при температурах, близких к их температуре плавления (990 °С). Электроплавные флюсы характеризуются тем, что десорбция водорода протекает при более низких температурах. Полученные данные о кинетике термической десорбции водорода показывают, что выплавка флюса в газопламенной печи сопровождается большим растворением водорода во флюсе по сравнению с электродуговой.

Прокалка флюса (ГОСТ 9087–81) перед сваркой при температуре 400 °С позволяет удалить только влагу, адсорбированную на зернах флюса при его хранении. Вместе с тем, водород, растворенный во флюсах при плавке в печи, остается после прокалки и удаляется при температурах выше 800 °С.

Проведенные исследования показали, что как мокрая грануляция, так и выплавка флюса приводят к увеличению общего содержания водорода во флюсе. Поэтому при изготовлении низководородного флюса нужно применять сырье с минимальным исходным содержанием водорода и исключить стадии, приводящие к росту его содержания во флюсе. Поэтому перспективным представляется использование шлаковых корок.



**Таблица. Содержание водорода при сварке под флюсом**

Флюс	Количество вводимой ржавчины, г/100 мм шва	Наличие пор в шве	Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле, см <sup>3</sup> /100 г	Содержание водорода в металле шва, см <sup>3</sup> /100 г		
				диффузионного	остаточного	суммарного
АН-348А	0	Нет пор	<u>9,3; 11,0; 9,1</u> 9,8	<u>2,8; 3,3; 2,6</u> 2,9	0,2	3,1
	0,2	Нет пор	<u>37,2; 41,0; 37,3</u> 38,5	<u>9,7; 11,3; 10,3</u> 10,4	0,2	10,6
	0,3	Много пор	<u>50,9; 40,5; 28,3</u> 39,9	<u>16,6; 14,6; 10,0</u> 13,7	0,3	14,0
АН-60СМ	0	Нет пор	<u>2,4; 2,3; 3,2</u> 2,6	<u>1,0; 0,8; 1,0</u> 0,9	0,1	1,0
	0,3	Нет пор	<u>34,8; 35,7; 31,9</u> 34,1	<u>9,4; 12,8; 10,8</u> 11,0	0,2	11,2
	0,4	Единичные поры	<u>38,4; 35,9; 43,4</u> 38,0	<u>11,6; 12,4; 13,8</u> 12,6	0,3	12,9
АН-60	0	Нет пор	<u>6,1; 6,2; 5,6</u> 6,0	<u>2,1; 2,1; 2,0</u> 2,1	0,3	2,4
	0,4	Нет пор	<u>19,6; 19,2; 16,8</u> 18,5	<u>9,3; 7,7; 7,0</u> 8,0	0,2	8,2
	0,5	Много пор	<u>43,5; 35,1; 30,4</u> 36,3	<u>15,4; 13,2; 12,6</u> 13,7	0,3	14,0

В лабораторных условиях был изготовлен опытный образец флюса АН-60СМ путем дробления, рассева и магнитной сепарации шлаковой корки флюса АН-60, т. е. при его изготовлении были исключены операции выплавки в печи и мокрой грануляции. Флюс АН-60СМ отличается наименьшим по сравнению со всеми ранее исследованными флюсами общим содержанием водорода (25 см<sup>3</sup>/100 г флюса) и более низкой температурой его десорбции (до 600 °С). Очевидно, что во флюсе АН-60СМ водород находится преимущественно в форме воды, адсорбированной в процессе его хранения и легко удаляемой при прокатке флюса перед сваркой.

Проведенное исследование количества и кинетики термической десорбции водорода из опытного флюса АН-60СМ, изготовленного на основе шлаковой корки флюса АН-60, свидетельствует о том, что при расплавлении флюса при сварке из него выделяется основное количество водорода.

Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле при сварке под серийными плавными флюсами и опытным флюсом АН-60СМ, изготовленным из шлаковых корок, определяли хроматографическим способом по ГОСТ 23338-91. Все флюсы перед сваркой прокаляли при температуре 300 °С в течение 1 ч. Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле при сварке под флюсами АН-60, АН-66, АН-67А, изготовленными в электрической печи, ниже (около 6-7 см<sup>3</sup>/100 г), чем под флюсом АН-348А, выплавленным в газопламенной печи (до 10 см<sup>3</sup>/100 г). Меньшее содержание диффузионного водорода в наплавленном металле обеспечивается при сварке под опытным флюсом АН-60СМ, изготовленным из шлаковых корок (2,6 см<sup>3</sup>/100 г).

Установлено, что наибольшее влияние на содержание диффузионного водорода в наплавленном металле оказывает не весь водород в сварочном флюсе, а та его часть, которая выделяется из зерен флюса при температурах, близких к температуре плавления. Существует прямая зависимость между количеством водорода, выделяемым из флюса при температуре 990 °С, и содержанием диффузионного водорода в наплавленном металле. Выделение водорода из флюса при сварке приводит к повыше-

нию его парциального давления в зоне дуги, росту содержания в металле сварочной ванны и может стать причиной образования пор в сварных швах.

Для оценки вероятности образования пор при сварке под флюсом необходимо установить критическое количество водорода в сварных швах, приводящее к образованию пор, и сопоставить с ним содержание водорода в шве при сварке под исследуемым флюсом. Диффузионный водород в наплавленном металле и металле шва и остаточный водород при сварке под флюсами АН-348А, АН-60 и АН-60СМ определяли хроматографическим способом. Изменение содержания водорода в швах достигали введением различного количества ржавчины в канавки на образцах (*таблица*).

Из данных таблицы видно, что критическое содержание водорода в сварном шве, при котором начинают образовываться поры, для всех трех флюсов приблизительно одинаково и составляет 12-14 см<sup>3</sup>/100 г металла шва. При сопоставлении полученных данных с фрагментом диаграммы растворимости Fe-H<sub>2</sub> в области температуры плавления твердого железа видно, что при сварке под флюсом поры образуются в металле, если в момент кристаллизации содержание водорода в нем равно пределу растворимости.

Предложен критерий стойкости швов против образования пор при сварке под флюсом, заключающийся в разности между критическим содержанием водорода в шве, вызывающем образование пор (12 см<sup>3</sup>/100 г), и фактическим содержанием водорода в шве при сварке под исследуемым флюсом. По запасу стойкости швов к порообразованию опытный флюс АН-60СМ, изготовленный из шлаковой корки, превосходит флюсы АН-348А и АН-60.

На Харьцызском трубном заводе освоено производство флюса АН-60СМ по разработанным авторами техническим условиям Украины, согласованным с Минздравом и Госстандартом.

Флюс АН-60СМ сертифицирован в системе УкрСЕПРО и применяется при сварке бытовых газовых баллонов на Харьцызском трубном заводе, Дружковском заводе газовой аппаратуры, а также при сварке колес на Кременчугском колесном заводе.

На Киевском судостроительно-судоремонтном заводе используют флюс АН-60СМ, который аттестован Речным Регистром по одиннадцатой категории сварочных материалов для сварки сталей категории В. В сочетании с проволокой Св-10ГН этот флюс допущен Морским Судоходным Регистром по категории ЗУ к сварке сталей категории Д40.

■ #171

# Гибкие шнуровые материалы для напыления и наплавки

*В. Н. Борисов, ООО «СП ТЕХНИКОРД» (Москва)*

**В** настоящее время для решения вопросов защиты поверхности деталей от абразивного, коррозионно-механического, эрозионного изнашивания, кавитации, фреттинг-коррозии, изнашивания при трении скольжения, окисления и высокотемпературной газовой коррозии, коррозионного воздействия кислот, щелочей и солей, а также для ремонта изношенных деталей с одновременным улучшением эксплуатационных свойств поверхности нашли широкое применение защитные покрытия, наносимые на обрабатываемую поверхность с помощью различных способов газотермического напыления или наплавки.

Формирование поверхностных слоев с заданными свойствами возможно при нанесении порошковых композиционных материалов высокоскоростным напылением системами «кислород–топливо» (HVOF), плазменными, детонационными, газоплазменными способами напыления или наплавки.

Недостатками любого способа газотермического напыления, в котором для нанесения покрытий используют порошковые материалы, является сложность обеспечения стабильности свойств и надлежащего уровня качества покрытий, что вызвано сегрегацией компонентов при смешивании и транспортировании смеси из дозирующих устройств в струю, а также сегрегацией порошковых частиц в процессе самого напыления. Сегрегация приводит к неравномерности формирования структуры, увеличению пористости, снижению прочности и ухудшению эксплуатационных характеристик покрытий. Кроме того, при использовании порошковых материалов перед напылением необходимо производить сушку и рассев порошков, а при замене порошковых материалов тщательно очищать дозирующие устройства. Стабильность подачи напыляемого материала во многом зависит от конструкции дозирующего устройства. Неравномерность распределения порошковых частиц в потоке продуктов сгорания рабочих газов или плазменной струе приводит к снижению прочностных характеристик покрытий.

Указанных недостатков лишены системы газоплазменного напыления, использующие в качестве распыляемого материала стержни, изготовленные высокотемпературным спеканием или экструзией порошков со связующим. Однако малая длина стержней не позволяет выполнять процесс напыления непрерывно, что ограничивает возможности применения данного способа.

Получение покрытий с заданными свойствами, в том числе и из многокомпонентных механических смесей порошков различного гранулометрического состава, обеспечивается при использовании гибких шнуровых материалов, выпускаемых ООО «СП Техникорд». Они специально разработаны для использования в системах газоплазменного напыления и представляют собой получаемый экструзией композиционный материал, состоящий из порошкового наполнителя и органического связующего, полностью исчезающего при нанесении покрытия — связующее сублимирует в процессе нагрева при температуре 400 °С без какого-либо отложения на подложку. Прочность и эластичность гибких шнуров позволяет пользоваться ими также как и проволокой и наносить покрытия с помощью газоплазменных аппаратов проволоочного типа. Способ газоплазменного напыления отличается экономичностью, простотой аппаратного оформления и надежностью оборудования для нанесения покрытий, что позволяет использовать его там, где требуется соблюдение непрерывности и стабильности технологического процесса. В цеховых условиях процесс газоплазменного напыления может быть механизирован или автоматизирован. Кроме того, небольшая масса и мобильность ручных аппаратов позволяют использовать их для обработки крупногабаритных деталей и металлоконструкций в полевых условиях.

Технология изготовления гибких шнуровых материалов предусматривает получение в составе шнуров практически любого сочетания различных порошко-

вых материалов, отличающихся по гранулометрическому составу. Стабильная подача шнурового материала в высокотемпературную зону газового потока по оси струи, аналогично достигаемой при напылении стержней и проволоки, а также правильный подбор состава компонентов порошковых смесей и размера частиц порошков гарантируют расплавление всех составляющих порошкового наполнителя, в том числе и керамики. Это обеспечивает следующие преимущества по сравнению с традиционными методами газотермического напыления и наплавки:

- повышение коэффициента использования напыляемого материала;
- увеличение прочности сцепления покрытий с основой при напылении (адгезия);
- повышение прочности сцепления напыленных частиц между собой (когезия);
- использование покрытий с пониженной пористостью, не достигаемой при газоплазменном порошковом напылении, за счет повышенной скорости распыляемых частиц в газовом потоке;
- возможность автоматизации операции напыления в результате использования катушечной намотки гибкого шнура.

Процесс напыления и наплавки высокопроизводителен и экономичен. Этот факт подтверждается возрастающим в мире спросом на шнуровые материалы, особенно на материалы из оксидной керамики и карбида вольфрама.

**Шнуровые материалы серии «Сфекорд–керамика»** на основе оксидов алюминия, титана, хрома, циркония и др., позволяют получать покрытия широкого спектра применения во всех отраслях промышленности. Благодаря наличию в составе порошкового наполнителя специальных составляющих, улучшающих плавление оксидных частиц, эти покрытия, получаемые газоплазменным напылением, с успехом конкурируют с плазменными покрытиями.

Высокая точность дозирования и подачи материалов в горячую зону рас-

пылительных устройств, благоприятные условия нагрева частиц обеспечивают высокую стабильность качества напыленных покрытий. Чистовую обработку напыленных слоев производят шлифованием с последующей полировкой. Покрытия серии «Сфекорд-Керамика» не используют при ударных нагрузках.

**Шнуровые материалы серии «Рок-Дюр»** с порошковыми наполнителями на основе самофлюсующихся сплавов систем Ni (Co)-Cr-B-Si и их смесей с карбидом вольфрама применяют для создания защитных покрытий, обладающих высоким сопротивлением абразивному изнашиванию, стойкостью против коррозии и окисления в сочетании с отличными антифрикционными свойствами при нормальных и повышенных температурах. Для получения износостойких покрытий из шнуровых материалов серии «Рок-Дюр» на поверхность обрабатываемой детали напыляют покрытие из самофлюсующегося сплава необходимой толщины, а затем это покрытие оплавляют. При этом всю область с нанесенным покрытием доводят до температуры 980–1200 °С в зависимости от используемого напыляемого материала.

При оплавлении происходит металлургическое взаимодействие между напыленным слоем и основным металлом по типу пайки твердым припоем. После этой операции прочность сцепления покрытия с основой может достигать 450 МПа.

Покрытия из самофлюсующихся сплавов можно напылять с их последующим оплавлением на детали, изготовленные из металлов, температура плавления которых превышает температуру плавления покрытий. Нежелательно наносить указанные покрытия на мартенситные стали типа 20X13–40X13, Ni-Cr-Mo или Cr-Mo, требующие после оплавления изотермического отжига, а также на стали, легированные алюминием, титаном, ниобием, магнием или подвергнутые химико-термической обработке.

Высокопрочные стали Ni-Cr-Mo или Cr-Mo, мартенситные стали с высоким содержанием никеля и хрома (типа 1X12H2BHФ, 1X17H2), углеродистые и нержавеющие стали с высоким содержанием серы не пригодны для напыления никелевых самофлюсующихся сплавов, требующих оплавления.

Механическую обработку оплавленных слоев в зависимости от твердости

покрытий осуществляют резанием твердосплавным инструментом или шлифованием, применяя абразивный (преимущественно из зеленого карбида кремния) и алмазный инструмент.

**Шнуровые материалы серии «Сфекорд-Экзо»** разработаны для так называемого «холодного» ремонта различных деталей машин и оборудования. Благодаря тому, что разогрев основного металла при напылении покрытий не превышает 250 °С, гарантируется отсутствие каких-либо структурных изменений в основном металле и деформаций изделий.

Широкий диапазон свойств материалов серии «Сфекорд-Экзо» обеспечивает восстановление и повышение эксплуатационных характеристик самых разнообразных деталей. Формируемая в процессе напыления микропористость покрытий при их эксплуатации в условиях граничного трения способствует возникновению эффекта самосмазывания и повышению долговечности пар трения. Напыленные покрытия серии «Сфекорд-Экзо» также используют при изготовлении новых деталей с целью обеспечения улучшенных триботехнических характеристик пар трения, работающих со смазкой.

Технологически покрытия из материалов данной серии наносят на предварительно напыленный подслоя, обеспечивающий надежное сцепление рабочего слоя с подложкой.

Чистовую обработку напыленных слоев производят в зависимости от твердости покрытий резанием твердосплавным инструментом или шлифованием.

**Шнуровые материалы серии «Сфекорд-HR»** предназначены для износостойких наплавов. Наплавленный слой является композиционным материалом, состоящим из металлической вязкой матрицы на основе никелевого сплава системы Ni-Cr-B-Si с равномерно распределенными в ней зернами литого карбида вольфрама (релита) высокой твердости.

Литой карбид вольфрама — эвтектический сплав  $W_2C-WC$  — является особо прочным, устойчивым к износу материалом. Применяемый в серии «Сфекорд-HR» литой карбид вольфрама обладает макротвердостью не менее 2000 HV, при этом микротвердость составляет 23000–25000 МПа.

Для деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, «Техникорд» производит шнуровые ма-

териалы серии «Сфекорд-HR» диаметром 4,75 и 6,35 мм с размером зерен литого карбида вольфрама в диапазоне от 0,1 до 3,0 мм, причем для конкретных видов изнашивания применяют специальные комбинации мелкозернистого и крупнозернистого карбида вольфрама. Содержание карбида вольфрама в наплавленном слое составляет не менее 60% (по массе).

Матрица наплавленного слоя, представляющая собой никелевый сплав системы M-Cr-B-Si, обеспечивает хорошее смачивание зерен карбидов, обладает низкой температурой плавления (950–1050 °С), имеет высокую текучесть и отличается высокой стойкостью к воздействию кислот, щелочей и других коррозионно-активных сред. Поверхность наплавленного слоя гладкая, с металлическим блеском. Максимальная температура эксплуатации наплавленного слоя 600 °С.

При обработке и использовании материалов, содержащих карбид вольфрама, необходимо учитывать, что их нагрев до температуры свыше 1800 °С приводит к растворению зерен карбида вольфрама в матричном сплаве и структурным изменениям, снижающим твердость покрытия и, соответственно, показатели его износостойкости.

Результаты эксплуатации деталей с поверхностью, наплавленной материалами «Сфекорд-HR», показали, что в определенных случаях наплавка позволяет увеличить срок службы изделий в десятки раз. Шнуровые материалы «Сфекорд-HR» применяют при изготовлении и ремонте деталей в нефтехимическом, сельскохозяйственном, пищевом машиностроении, горнодобывающей, металлургической, нефтедобывающей промышленности, строительной индустрии и дорожном строительстве.

Для наплавки материалом «Сфекорд-HR» не требуется специальное оборудование. Наплавку производят, как правило, с использованием кислородно-ацетиленовых горелок с наконечниками, обеспечивающими расход газов от 700 до 1500 л/ч. При этом применяют те же технологические приемы, что и при наплавке прутковыми материалами и трубчато-зерновым релитом. Для выполнения процесса наплавки можно использовать оборудование, предназначенное для электродуговой сварки неплавящимся электродом (метод ТЮ). ■ #172

# 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.

**Р**асскажите, пожалуйста, о сварке алюминия и его сплавов покрытыми электродами. Кто производит эти электроды и какой требуется источник питания?

**Белогуров Е. В. (Москва)**

Ручную сварку покрытыми электродами применяют в основном при изготовлении и ремонте малонагруженных конструкций и деталей с толщиной элементов не менее 3 мм из технического алюминия, деформированных и литейных алюминиевых сплавов.

На протяжении многих лет в промышленных масштабах используют покрытые электроды марок ОЗА-1 и ОЗА-2 производства АО «Спецэлектрод» (Москва). Электроды ОЗА-1 со стержнем из проволоки Св-А1 предназначены для сварки технического алюминия,

электроды ОЗА-2 со стержнем из сплава Св-АК5 — для сварки и наплавки, а также заварки брака литья на литых сплавах, например АЛ2, АЛ4. Однако из-за низкой прочности и высокой гигроскопичности покрытия, сильного разбрызгивания металла при сварке, плохой отделяемости шлаковой корки, невысокого качества швов и необходимости высокотемпературного подогрева свариваемого металла они не удовлетворяют современным требованиям.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны новые электроды серии УАНА и освоено их производство. Они предназначены для дуговой сварки и наплавки конструкций и деталей из деформируемых и литейных алюминиевых сплавов. Основные характеристики электродов серии УАНА представлены в *табл. 1*.

Коэффициент наплавки 6–6,8 г/(А·ч). Расход электродов на 1 кг наплавленного металла 2,0–2,2 кг. Перед употреблением электроды необходимо прокалить при температуре 150–200 °С в течение 1–1,5 ч. Прокаленные электроды должны храниться в герметичной упаковке. Время между прокалкой и сваркой не должно превышать 24 ч.

Кромки свариваемого металла рекомендуют подогревать газовым пламенем или в печи. Температуру предварительного подогрева выбирают в зависимости от марки и толщины свариваемых деталей (*табл. 2*). Следует учитывать, что для алюминиевых сплавов режимы сварки и температура предварительного подогрева приведены ориентировочно, так как вследствие большой теплопроводности на выбор параметров сварки, кроме толщины металла и химического состава, значительно влияют конфигурация и размеры изделий. Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. В качестве источника питания следует использовать сварочный выпрямитель типа ВД-306 с круто падающей вольт-амперной характеристикой и плавной регулировкой напряжения на дуге. При двухсторонней сварке металла толщиной до 10 мм разделку свариваемых кромок обычно не производят. Наиболее приемлемым типом сварного соединения является стыковое. Сварку внахлест и тавровых соединений обычно избегают, так как в этих случаях возможно затекание шлака в зазоры, из которых его трудно удалить при промывке после сварки. Наличие шлака в зазоре может вызвать коррозию. Шлак, как правило, удаляют при помощи щеток и горячей воды. Электроды УАНА обеспечивают высокую стабильность горения дуги, хорошее формирование шва, в том числе и в вертикальном положении, легкую отделяемость шлаковой корки и высокие механические свойства металла шва.

**Таблица 1. Основные характеристики покрытых электродов для сварки алюминия**

Марка электрода	Марка проволоки	Диаметр проволоки, мм	Свариваемые сплавы	Рекомендуемая температура предварительного подогрева сплавов, °С
УАНА-1	Св-А5	3,15; 4,0; 5,0; 6,3	АД00; АД0; АД1; АД	200–350
УАНА-2	Св-АК5	3,15; 4,0; 5,0; 6,3	АД31, АД33, АД35, АЛ9, АЛ11, АЛ34 и др.	150–300
УАНА-3	Св-АК10	3,15; 4,0; 5,0; 6,3	АЛ-2, АЛ4, АЛ30 и др.	150–300
УАНА-4	Св-АМц	4,0; 5,0; 6,3	ММ, АМц, АМцС	150–300
УАНА-5	Св-АМг5	3,15; 4,0; 5,0	АМг2, АМг3, АМг4, АМг5	100–200
УАНА-6	Св-АМг6	3,15; 4,0; 5,0	АМг3, АМг4, АМг5, АМг6	100–200

**Таблица 2. Режимы сварки электродами серии УАНА**

Параметр	Диаметр электрода, мм			
	3,15	4,0	5,0	6,3
Рекомендуемые значения тока, А, при положении шва:				
нижнем	80–110	100–130	130–160	160–180
вертикальном	80–110	90–130	120–150	150–170
Толщина свариваемого металла, мм	3–5	4–10	8–14	12–16
Рекомендуемая температура предварительного подогрева металла, °С	100–200	150–250	200–350	200–350
<i>Примечание. Рекомендуемые значения даны для сварки стыковых соединений листовых конструкций.</i>				

На вопрос отвечает

**Ю. В. Демченко, канд. техн. наук.**



# Установка для ручной кислородно-флюсовой резки металлов и сплавов

**Процесс кислородно-флюсовой резки находит широкое применение для не поддающихся обычной газовой резке металлов и сплавов. Сущность процесса заключается в том, что одновременно с подогревающим пламенем и режущей струей кислорода в зону резки вводят дополнительно порошкообразный флюс, интенсивно окисляющийся или плавящийся в реакционной зоне и разжижающий образующиеся при резке шлаки.**

В зависимости от состава и химико-металлургических характеристик разрезаемого металла применяют флюсы термомеханического, механического и химического действия. К флюсам термомеханического действия следует отнести железный порошок, который интенсивно окисляется в зоне реза с выделением значительного количества теплоты, сильно разжижает шлак и способствует механическому удалению расплавленных шлаков из полости реза.

В качестве флюсов механического действия может быть использован мелкодисперсный кварцевый песок, который при плавлении связывает тугоплавкие оксиды в более легкоплавкие соединения, а также способствует механическому удалению расплавленных шлаков.

Газовая резка высоколегированной стали, чугуна, цветных металлов и их сплавов сопряжена со многими трудностями, связанными с физико-химическими и металлургическими свойствами этих материалов. Так, высокое содержание в стали легирующих добавок, пре-

жде всего хрома, приводит к образованию высоковязких шлаков, плохо удаляемых из зоны резки и препятствующих нормальному процессу резки. Снижение вязкости расплавленных флюсов достигается за счет разбавления их компонентами флюса, например железным порошком. Поскольку температура плавления чугуна (1100–1200 °С) ниже температуры начала интенсивного его окисления в кислороде (1350 °С), поэтому без применения флюса не удастся добиться окисления чугуна и удаления расплава из зоны реза. Из-за высокой теплопроводности, препятствующей достижению концентрированного нагрева, а также образованию тугоплавких оксидов, цветные металлы и их сплавы не поддаются обычной газовой резке. Кислородно-флюсовая резка с предварительным подогревом позволяет успешно решать проблему резки цветных металлов.

Завод автогенного оборудования «Донмет» разработал и изготовил установку для ручной кислородно-флюсовой резки высоколегированных сталей, чугуна, алюминия, меди и сплавов цветных металлов.

В процессе кислородно-флюсовой резки в подогревающее пламя вводят флюс на основе гранулированного железного порошка с размером частиц 0,3–0,4 мм. Расход флюса для резки одного метра составляет от 0,4 до 1,0 кг.

В установку кислородно-флюсовой резки входит: флюсопитатель с регулируемым смесителем вихревого типа и пропановым редуктором БПО–5ДМ; обратный клапан с фильтром, защищающим редуктор от засорения флюса; резак «Промінь 344» с внутрисопловым смешением, навесной системой подачи флюса и щитком для защиты рук; газоподводящий рукав диаметром 9 мм; тележка. В резаке применена флюсоподающая головка новой конструкции с вихревой камерой, позволяющей равномерно распределять флюс по каналам головки.

Комплект предназначен для разделительной резки:

- высоколегированных сталей толщиной до 200 мм;
- чугуна до 150 мм;
- цветных сплавов до 100 мм.

Вместимость бачка флюсопитателя 10 л, скорость реза 75–150 мм/мин, несущий газ — азот или очищенный сухой воздух, масса установки 10 кг (без флюса).

**Технико-экономические показатели процесса резки чугунной заготовки СЧ–20 толщиной 60 мм на длину 1000 мм:**  
Скорость резки, мм/мин . . . . . 140  
Время резки, мин . . . . . 7  
Расход флюса, кг/мин . . . . . 0,08  
Количество используемого флюса, кг . . . . . 0,56  
Стоимость флюса (при цене 2,64 грн./кг), грн. . . . . 1,48  
Расход кислорода, м<sup>3</sup>/ч . . . . . 17,60  
Стоимость кислорода (при цене 1,48 грн./м<sup>3</sup>), грн. . . . . 3,03  
Расход пропана, м<sup>3</sup>/ч . . . . . 1,00  
Стоимость пропана (при цене 3,8 грн./м<sup>3</sup>), грн. . . . . 0,44  
Заработная плата, грн. . . . . 0,55  
Себестоимость резки, грн. . . . . 5,50

В настоящее время завод «ДОНМЕТ» разработал установку кислородно-флюсовой резки, в которой в качестве несущего газа используют пропан-бутан или природный газ. Такое решение позволило избежать негативного влияния азота на подогревающее пламя, а также уменьшить потери флюса за счет более точной подачи его в зону реакции. Эффективность такой системы подачи флюса проверена заводской исследовательской лабораторией. Продолжаются работы по усовершенствованию установки и обеспечению ее безопасной эксплуатации. ■ #173

**Информацию о всей номенклатуре выпускаемого автогенного оборудования можно найти на нашем сайте [www.donmet.com.ua](http://www.donmet.com.ua). 84313, Краматорск, тел.: (06264) 54–563, 42–707, факс: (06264) 57–713, 42–707 E-mail: svarka@donmet.com.ua**

Печатается на правах рекламы.



## Уже несколько поколений сварщиков выбирают «каховские источники».

Это и не удивительно — продукция ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования» привлекает высоким качеством. Обеспечивать его производителям помогают ученые Института электросварки им. Е. О. Патона.

## Сегодня приобретать продукцию ведущего украинского предприятия стало проще!

Дочернее предприятие НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» — официальный дилер ОАО «КЗЭСО» — поставляет весь ассортимент продукции завода, что называется, «из первых рук» и по ценам производителя.

**ДП «Сварочные технологии»  
НТК «ИЭС им. Е. О. Патона»**

Тел.: (044) 227-2716  
Факс: (044) 248 7336



Флюсы сварочные	Цена за 1 т, \$ (EXW г.Запорожье)
ТУ У 05416923.049-99	
АН-348А, АМ	310.00
АН-47	535.00
АН-47Д	550.00
ОСЦ-45	345.00
ОСЦ-45М	355.00
(Размер зерна 0,25-1,60)	
АНЦ-1А	290.00
ГОСТ 9087-81	
АН-348А, АМ	320.00
АН-47	560.00



Модуль	Цена за 1 т, \$ (EXW г.Запорожье)
Силикат натрия растворимый ГОСТ 13079-81	2,6±2,8 82 2,8±3,0 77 3,0±3,5 72
Силикат натрия растворимый	1,8±2,2 100

# ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС

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

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

Предлагаем следующие марки:

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

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

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

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

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

Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

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

**ОАО «Запорожстеклофлюс»**

Украина, 69035, г. Запорожье, ГСП-356, Отдел внешнеэкономических связей и маркетинга

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

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

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

Получение продукции производится на складе ОАО «Запорожстеклофлюс»  
Тел.: (0612) 346-218  
Факс: (0612) 346-366  
E-mail: root@ukrtade.com.ua

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

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





# КЗЭСО

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

## КАХОВСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сварочные трансформаторы  
Сварочные выпрямители

**ПОЛУАВТОМАТЫ  
ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ**

Автоматы для дуговой  
сварки и наплавки

Машины для контактной  
точечной и шовной сварки

Машины для контактной  
стыковой сварки рельсов

Машины для контактной  
стыковой сварки  
трубопроводов

Полуавтоматы с широким диапазоном регулирования сварочных параметров, для сварки сплошной и порошковой проволокой (ПДГ-508, ПДГ-516, КП-003, КП-004) малоуглеродистой и низколегированной стали, а также легированных и нержавеющей сталей в среде защитных газов в различных пространственных положениях.

Полуавтомат КП 002 — изготовлен в едином блоке с источником питания.



Техническая характеристика	КП-002	ПДГ-508М	ПДГ-516М
Номинальное напряжение питающей сети, В	220	380	380
Номинальный сварочный ток, А, при ПВ=60% (при ПВ=20% для КП-002)	140	315 или 500	315 или 500
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-140	50-315	50-315
Потребляемая мощность, кВ·А, при комплектации источниками питания:	КИУ 301	16	16
	КИУ 501	40	40
Диаметр электродной проволоки, мм:	сплошной	0,6-1,2	0,8-1,4
	порошковой		0,8-2,0; 1,2-2,0
Масса подающего механизма, кг	75	20	17,5
Габаритные размеры подающего механизма, мм	860×500×620	470×285×400	470×365×430



Техническая характеристика	КП-003	КП-004	КП-006
Номинальное напряжение питающей сети, В	380	380	380
Номинальный сварочный ток, А, при ПВ=60%	315 или 500	315 или 500	315 или 500
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-315	50-315	50-315
Потребляемая мощность, кВ·А, при комплектации источниками питания:	КИУ 301	16	16
	КИУ 501	40	40
	КИГ 401	26	26
Диаметр электродной проволоки, мм:	сплошной	0,8-1,4; 0,8-2,0	0,8-1,4; 0,8-2,0
	порошковой	1,2-2,0	1,2-2,0
Масса, кг	17	13	10
Габаритные размеры, мм	250×555×380	470×192×357	370×275×150

Оборудование для полуавтоматической сварки плавящимися электродами в защитной среде углекислого газа низколегированных и легированных сталей, а также нержавеющей сталей, меди и медно-никелевых сплавов в среде аргона (азота) в различных пространственных положениях.

ЗАПОРЖСКАЯ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

# «ОРНИТОФ»

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



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

10-12 квітня

ВІННИЦЬКА ТОРГОВО-ПРОМИСЛОВА ПАЛАТА

## БУДМАРКЕТ

V міжрегіональна спеціалізована виставка

ПРИЙМАЮТЬСЯ ЗАЯВКИ  
НА УЧАСТЬ  
ТА РОЗМІЩЕННЯ  
РЕКЛАМИ В КАТЛОЗІ

м. ВІННИЦЯ, вул. СОБОРНА, 68  
ЕКСПОЦЕНТР ВІННИЦЬКОЇ ТТП  
тел. (0432) 32-59-44, 32-25-82

26-29  
МАРТА



ОМСК  
2002



СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

## ПРОМТЕХЭКСПО

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

**ЭНЕРГОСИБ** - Энергетика. Машины и технологии для энергетического комплекса. Энергоресурсосбережение. Электротеплоэнергетика. Проекты и оборудование экологически чистых производств.

**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 "Интерсиб" 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 !



## Новые инверторные разработки INVERTEC™



современный  
дизайн

### 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;
- современный дизайн.

	V160-S	V270-S	V405-S
Напряжение питания, В	230	400	400
Сварочный ток, А	5-160	5-270	5-400
Нагрузка при ПВ=40%, А	160	270	400
Габаритные размеры, мм	330×203×432	381×216×483	461×216×498
Масса, кг	9,7	15	24

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

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

	V160-T	V160-T PULSE	V270-T PULSE	V405-T PULSE	V205-T AC/DC	V305-T AC/DC
Напряжение питания, В	230	230	400	400	230	400
Сварочный ток, А	5-160	5-160	5-270	5-400	5-200	5-300
Нагрузка при ПВ=40%, А	160	160	270	400	200	300
Охлаждение	Воздушное	Воздушное	Воздушное или водяное	Воздушное или водяное	Воздушное или водяное	Воздушное или водяное
Габаритные размеры, мм	330×203×432	330×203×432	381×216×483	461×216×498	381×216×483	461×216×498
Масса, кг	10,8	10,8	15	24	15	24



### 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
Напряжение питания, 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 наличие на складе

**2 года гарантии**

**ИНСТРУМЕНТИ**

Индустриальное  
оборудование

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

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

КИЕВ, НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «ЭКСПОЦЕНТР УКРАИНЫ»

**4-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

# СВАРКА УКРАИНА 23-26 апреля 2002

## 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

## «Сварка и родственные технологии 2002»

(История. Достижения. Перспективы)

– **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», «Рынок инсталляций», «Капстроительство», «Издательский центр Volgov», «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!







## **International Fair of Innovations, New Technologies and Economic Co-operation**

**25-27 April 2002, Warsaw International EXPOCENTRE XXI**

### **Doing EAST-WEST business based on innovations, new technologies and regional collaboration**

#### **WHO SHOULD ATTEND:**

- R&D centres
- innovative companies
- consulting companies
- regional development agencies
- financial institutions and banks

Honourable Patronage:

**Mr Aleksander Kwaśniewski, President of the Republic of Poland**

#### **Secretariat:**

INVEST-TECHNOLOGY

Al. Niepodległości 186, 00-608 Warszawa, Poland

Tel./fax: (+48 22) 8254278, fax: (+48) 39121040,

e-mail: [invest@hitech.com.pl](mailto:invest@hitech.com.pl)

**Detailed information available on web site**

**[www.hitech.com.pl](http://www.hitech.com.pl) or [www.unido.pl](http://www.unido.pl)**





Сварка с **PHOENIX** —  
проще, чем говорить по телефону!



**PHOENIX 300·400·500** — аппараты с микропроцессорным управлением для сварки черных и легированных сталей, алюминиевых, никелевых, медных и других сплавов.

*Убедитесь сами в немецком качестве!*

**СВАРПРИБОР ТЦ**

Харьков, ул. Сумская, 124, офис 2

Тел./факс: (0572) 140-963

[ewm@ic.kharkov.ua](mailto:ewm@ic.kharkov.ua) — [www.ewm.de](http://www.ewm.de)

**EWM** / HIGHTEC<sup>®</sup>  
WELDING  
EINFACH NUR MIT



**КИЇВСЬКИЙ  
ЗАВОД  
ВУГЛЕКИСЛОТИ**

**Високоякісна  
вуглекислота  
інші промислові гази,  
додаткове обладнання, сервіс**

04209, м. Київ Вул. Лебединська, 3-б

Тел/факс: зб: (044) 4134349; пр: 4121240

Email: [kzv@co2.kiev.ua](mailto:kzv@co2.kiev.ua); [kzv@carrier.kiev.ua](mailto: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**



ЭТО МЫ!

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

01013 Украина г. Киев

ул. Деревообрабатывающая, 4

тел./факс (044) 295-91-91

(044) 294-71-69

E-mail: [vant2001@mail.ru](mailto:vant2001@mail.ru)

Http: [//www.vant2001.chat.ru](http://www.vant2001.chat.ru)





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)

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЯЗАНСКИЙ ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД**  
**предлагает**

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



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

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





**ЭКСПОСВАРКА**  
22-25 октября

**2002**

**МОСКВА**  
Экспоцентр  
"КРАСНАЯ ПРЕСНЯ"



**Генеральный спонсор**  
**"АО СпецЭлектрод"**  
**ПРЕДСТАВЛЯЕТ**



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

**выставку**

**ЭКСПОСВАРКА 2002**

**и**

**Международную научно-практическую  
конференцию**

**"Сварка - Качество - Конкурентоспособность"**

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

Волгоградский пр-кт, 41  
Тел: +7 095 173-9821

109316, Москва, Россия  
Факс: +7 095 173-0787





# WELCOME

Совершенство в сварке и резке.

ПІИ Бинцель Україна ГмБХ

ул. Полевая, 24 (оф. 414), 03056 г. Киев

Тел.: +38 044 / 455 6675, 446 7206

E-mail: [didus@binzel.kiev.ua](mailto:didus@binzel.kiev.ua)

[www.binzel-abicor.com](http://www.binzel-abicor.com)

**ABICOR**  
**BINZEL**

IBG  
GROUP



У Вашей продукции  
уникальные потребительские свойства?

**ВКЛЮЧИТЕ В ПЛАНЫ**

**ЯРКУЮ**

**РЕКЛАМУ!**

(044) 495-2617  
227-6502

**МАСТЕРСКАЯ  
ИНДУСТРИАЛЬНОЙ  
РЕКЛАМЫ НАША РЕКЛАМА УМЕЕТ РАБОТАТЬ**

**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

**Fronius**

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](mailto:aga@aga.dp.ua)  
Адрес: 49074 Днепропетровск, ул. Кислородная, 1



# Машиностроение Металлургия 2002



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

**Организатор:** Ассоциация технологов-  
машиностроителей Украины

**X Международная  
специализированная  
ВЫСТАВКА**

**УКРАИНА**

**21-24  
мая**

г. Запорожье  
ДС "Юность"  
ул. Победы, 66



**Организатор выставки:**  
Запорожская торгово-промышленная палата

тел./факс: (0612) 13-50-26, 13-51-67  
e-mail: [expo@cci.zp.ua](mailto:expo@cci.zp.ua), [www.cci.zp.ua](http://www.cci.zp.ua)

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



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

## ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### ГОРЕЛКИ К ПОЛУАВТОМАТАМ ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ

ABICOR  
BINZEL

Gronius

SELMA



Тел. (0612) 33-1058, 34-2399, 13-2269, 49-0079  
E-mail: weld@triada.zp.ua

**ЭНЕРГИЯ** • ЗАПОРОЖЬЕ  
СВАРКА

# 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

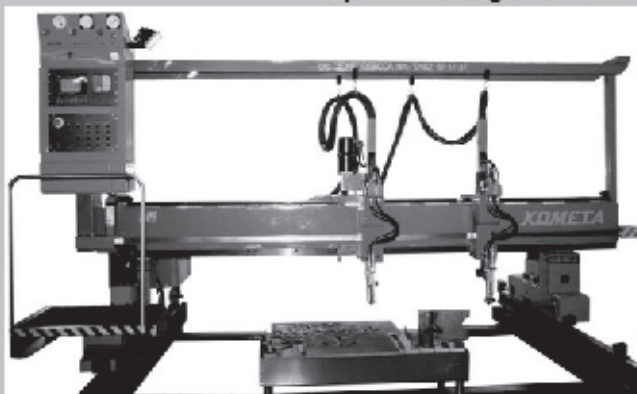
(0612) 95-06-81, 96-49-45

**ОАО «ЗОНТ»**



(завод оборудования наукоемких технологий)

тел. (0482) 471737, (048) 7158777, 7158940  
факс (0482) 473536 e-mail: oaozont@te.net.ua  
http://www.autogenmash.com



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

**ГЕФЕСТ**

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

## ПРОИЗВОДИМ ЭЛЕКТРОДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

для высоколегированных сталей

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

для наплавки

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

для теплоустойчивых сталей

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

**Продаем  
проволоку Св-08Г2С**

с омедненной поверхностью в евроупаковке

**ВСЯ ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА**





Десятая международная  
специализированная выставка



# СВАРКА 2002 SВАРКА



Санкт-Петербург  
Выставочный комплекс ЛЕНЭКСПО  
**28-31 мая 2002 года**

ОАО ЛЕНЭКСПО  
199106 Россия, Санкт-Петербург, В.О., Большой пр., 103  
тел. +7 (812) 321 26-31, факс +7 (812) 321 27-22  
E-mail: avekina@mail.lenexpo.ru  
<http://www.lenexpo.ru>

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





Организаторы: Министерство промышленности, науки и технологий РФ, Международный союз металлургов, Администрация Санкт-Петербурга, Союз промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга, Выставочное объединение "РЕСТЭК"



# VI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА **МЕТАЛЛУРГИЯ**

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Разведка, добыча, обогащение и переработка сырья для черной и цветной металлургии
- Черная и цветная металлургия. Производство металлов и сплавов.
- Готовая продукция. Производство и торговля
- Оборудование
- Технологии
- Сертификация металлургической продукции

II МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

## **Литейное дело**



- Технология и оборудование для всех видов литья
- Формовочные материалы, технология и оборудование для их подготовки, регенерация формовочных смесей
- Модельное производство
- САПР и моделирование литейных процессов
- Готовая продукция, приборы, комплектующие, отливки
- Художественное литье

**2002**

**16 - 19 АПРЕЛЯ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, МИХАЙЛОВСКИЙ МАНЕЖ**

Подробную информацию можно получить в дирекции научно-промышленных выставок выставочного объединения "РЕСТЭК"

Тел. (812) 235-0497, 320-8092; Факс (812) 320-8090

E-mail: [sci&ind@restec.spb.su](mailto:sci&ind@restec.spb.su) Internet: <http://www.restec.ru>

Информационная поддержка:



**РЕСТЭК**  
ВЫСТАВОЧНОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ

**М**ИСТАЛЛ  
ИНФРО

**МЕТАЛЛ**  
МКУРЬЕР

**МЕТАЛЛЫ**  
"ЦЕНЫ"

**СРЕДСТВА**  
ОБОРУДОВАНИЕ





# ПО «Коммунар» г. Харьков

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

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

Телефон:

(0572) 44-71-42

(0572) 44-73-57

Факс:

(0572) 44-00-05

E-mail:

otd39@tvset.com.ua



ВДУЧ-160М



ВДУЧ-200



ВДУЧ-315М

## Вниманию специалистов!

Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е. О. Патона» НАН Украины, Общество сварщиков Украины, Информационный Центр делового сотрудничества, Украинский информационный центр ПРОВОДИТ

**22-26 апреля 2002 г. в Киеве**

**Международную научно-практическую конференцию**

**«Сварка и родственные технологии 2002»**

**(История. Достижения. Перспективы),**

посвященную 160-летию со дня рождения Н. Н. Бенардоса



Заявку на участие в конференции и тезисы докладов направлять до 20 марта по адресу:

03150 Киев-150, а/я 52

Факс: (+380) 44 227-6502

E-mail: glavackaya@softhome.net

welder@svitonlaine.com

За дополнительной информацией обращаться в рабочую группу оргкомитета:

Главацкая Зоя Юрьевна — (044)573-3040

E-mail: office@seminar.freenet.Kiev.ua

Юрлов Борис Владимирович — (044)268-3523

E-mail: yurlov@uatechnology.com

### Тематика конференции:

1. История естествознания и техники.
2. Сварные конструкции.
3. Технологии и оборудование для дуговой сварки плавлением.
4. Материалы и оборудование для термической резки металлов и сплавов.
5. Технологии использования высококонцентрированных источников нагрева (лазерный, электронный, ионный и световой лучи).
6. Технологии нанесения покрытий.
7. Технологии получения соединений (клеевых, клеесварных, механических и др.).
8. Стандартизация, сертификация, подготовка кадров.

Конференция организована при содействии Проекта УКР/98/006

«Обмен технологической информацией в Украине для поддержки

экономических преобразований» Программы развития ООН.

Информационная поддержка: журналы «Сварщик»,

«Мир техники и технологии», «Наука та наукознавство»



# Промышленная безопасность при использовании ацетиленовых баллонов\*

О. Е. Капустин, канд. техн. наук, ФГУП ВНИИАвтогенмаш (Москва)

**А**цетиленовые баллоны в отличие от технических, применяемых для хранения и транспортировки в сжатом или сжиженном состоянии нейтральных, горючих и окислительных газов, содержат наполнитель — пористую нейтральную массу с капиллярной структурой. Необходимость использования насыпного или литого наполнителя вызвана особенностями ацетилена — высокоэнтальпийного соединения, взрыво- и пожароопасного при отсутствии кислорода или других окислителей (табл. 1).

\* Сварочное производство. — 2001. — № 10. — С. 45.

Материал пористого наполнителя для ацетиленовых баллонов выбирают исходя из необходимости обеспечения максимальной газобираемости за счет его развитой поверхности, на которой образуется пленочный слой ацетилена, растворенного в ацетоне, необходимых размеров пор, механической прочности и т. д. Одной из функций пористой массы является надежное обеспечение локализации (гашения) ацетиленокислородного пламени обратного удара, который возможен при выполнении газопламенных работ. Раствор ацетилена в ацетоне представляет собой одну из важнейших

для практического применения флегматизированную смесь ацетилена, при этом ацетиленоацетоновый раствор практически не способен к взрывному распаду.

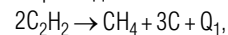
Однако на практике наблюдаются отдельные случаи разрушения ацетиленовых баллонов при обратном ударе. При этом время до взрывного разрушения баллона после перекрытия вентиля может составлять как несколько минут, так и несколько часов. Это свидетельствует о том, что локализация взрывного разложения растворенного ацетилена не всегда обеспечивается. Процессы гашения или горения, происходящие внутри замкнутого объема, заполненного пористой массой, специфичны, сложны и их нельзя считать окончательно выясненными до настоящего времени.

Если условия возникновения и распространения обратного удара от инструмента к баллону зависят от давления и состава горючей смеси, диаметра и шероховатости внутренней поверхности рукава, то условия начала процесса разложения ацетилена под его воздействием будут определяться технологическими параметрами баллона, к которым относятся: давление ацетилена в баллоне (от 300 до 2000 кПа), объем свободной газовой фазы (не более 150 мл), качество пористой массы (плотность набивки, наличие пристеночных зазоров не менее 1 мм, возможных скрытых несплошностей, прочность наполнителя, наличие продуктов реакции при длительном сроке эксплуатации пористой массы и др.), а также время между обратным ударом и перекрытием вентиля и т. д. Поэтому предсказать, как поведет себя баллон при попадании в него пламени обратного удара очень сложно — это многофакторная задача.

Ниже рассмотрены возможные варианты развития процесса гашения пламени или разрушения ацетиленового баллона при обратном ударе.

*I вариант.* Детонационная волна обратного удара, распространяющаяся по сварочному рукаву (диаметром не более 0,9 мм), проходя через редуктор и баллонный вентиль (проходной канал 4 мм) при незначительном снижении скорости будет терять устойчивость и разрушаться. В необходимый свободный объем (газовую подушку объемом не более 150 мл) под горловиной баллона попадают ослабленная ударная волна и пламя, вызывающие воспламенение (форкамерное поджигание) небольшого количества газообразного ацетилена. При этом возможны детонационное разрушение баллона, гашение пламени или его посадка на поверхность пористого наполнителя.

Ацетилен, являясь неустойчивым соединением, при нагреве до 300 °С первично распадается:



где  $Q_1$  — выделяющаяся при разложении ацетилена энергия, равная 8694 кДж/кг.

При неблагоприятном сочетании обстоятельств (свободный газовый объем превышает 150 мл, пористый наполнитель имеет структурные дефекты, высокое содержание ацетилена в растворе ацетона) произойдет детонационный взрыв — разрушение баллона.

При благоприятном сочетании обстоятельств (свободный газовый объем в баллоне менее 150 мл, пористый наполнитель качественный) произойдет гашение пламени обратного удара. Возможность гашения определяется условиями охлаждения слоя выделявшегося ацетилена, ширина которого соизмерима с шириной фронта пламени.

*II вариант.* Гашения пламени не произошло. Продукты сгорания при соприкосновении с пористой массой и стенкой оболочки теряют часть теплоты, что усиливает эффект неравномерности распределения температуры. При этом различие в температурах между твердым каркасом пористой массы с адсорбированным в ней ацетиленом и газовой фазой

Таблица 1. Классификация горючих газов и жидкостей по взрыво- и пожароопасности

Газ или жидкость	Характеристика	$\beta^*$	Класс опасности (размер детонационной ячейки)
Ацетилен	Особо чувствительное	1,1	I (менее 2 см)
Водород	Чувствительное	2,73	
Метилацетилен	Чувствительное	1,05	
Пропан	Чувствительное	1,05	II (от 2 до 10 см)
Бутан	Чувствительное	1,04	
Этилен	Чувствительное	1,07	
Бензин	Средне чувствительное	1	III (от 10 до 40 см)
Ацетон	Чувствительное	0,65	
Сжиженный природный газ	Чувствительное	11	
Керосин	Слабо чувствительное	1	IV (более 40 см)
Метан	Чувствительное	1,14	
Дизельное топливо	Чувствительное	1	

\*  $\beta$  — корректировочный параметр, характеризующий фугасные свойства топливно-воздушных смесей.

## Промышленная безопасность при использовании ацетиленовых баллонов

продуктов горения может достигнуть нескольких сотен градусов, т. е. можно наблюдать существенную температурную гетерогенность. Происходит переход теплоты от продуктов горения к пористой массе, прогрев раствора ацетилена в ацетоне в поверхностном слое каркаса, что приводит к иницированию дальнейшего процесса разложения ацетилена. Развитие процесса горения возможно, например, при некачественной пористой массе или увеличении объема газовой подушки более 150 мл. Но фактический объем встречного потока выделяющегося ацетилена недостаточен для стабилизации фронта пламени по всей поверхности пористой массы. При этом продукты сгорания не уходят в атмосферу (вентиль перекрыт), т. е. идет рост давления при одновременном повышении температуры. Результаты полигонных взрывных испытаний показали, что нарастание скорости роста давления и температуры в закрытом баллоне может происходить в течение значительного времени.

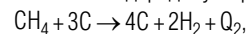
Процесс горения в свободном объеме происходит на границе раздела фаз (ацетилена и продуктов его горения) за счет теплового эффекта реакции мед-

ленного разложения одного лишь ацетилена — исходного продукта. Величина поверхности фронта пламени и его форма определяют интенсивность суммарного процесса горения, локализацию или частичную посадку фронта пламени на поверхность пористой массы.

При фильтрационном подводе газобразного ацетилена к фронту химических превращений будет происходить расширение зоны газозащитной экзотермической реакции по каналам инертной пористой массы навстречу поступающему ацетилену. В процессе проникновения пламени обратного удара в баллон возможны дробление и усадка пористой массы (20–30 мм), увеличение поверхности фронта пламени и зоны прогрева при температуре около 300 °С и протекание реакции дальнейшего распада ацетилена при одновременном разложении ацетона.

Увеличение объема газового пространства приводит к дополнительному подосу через капилляры новой порции ацетилена и повышению температуры. Выделяющаяся при разложении ацетилена энергия (теплота) вызывает интенсивное испарение ацетона и взаимодействие его паров с продуктами разложения ацетилена, на что тратится часть тепловой энергии. Это, в конечном счете, и приводит к понижению температуры разложения продуктов реакции. Процесс имеет автоколебательный характер (поверхность горения «дышит») и является длительным по времени. При этом ско-

рость «расходования» ацетилена определяется одной основной реакцией — реакцией димеризации. Если газовый объем баллона в результате осадки пористой массы увеличится до объема, при котором возможно формирование детонационного взрыва, то автоколебательный процесс горения переходит в детонационный с последующим разрушением баллона. При наличии скрытых дефектов пористой массы (пустот, неплотностей и др.) механизм развития процесса может протекать при дальнейших химических превращениях и адиабатическом сжатии. Конечная температура продуктов сгорания будет выше в том случае, если ацетилен сначала прогреется при химическом превращении, а затем его температура возрастет при сжатии. Представляется возможным, что нагрев до 300 °С приводит к полимеризации ацетилена с образованием ряда ароматических углеводородов на первой стадии, а при более высоких температурах (около 800 °С) — к дальнейшему превращению продуктов первичного взаимодействия в метан и графит (сажу) и при температуре 1200 °С — в водород и углерод:



где  $Q_2$  — энергия теплового эффекта реакции.

Особенность процесса заключается в том, что горение, сопровождаемое переходом жидкой фазы в паровую и дальнейшим распадом ацетилена, может

## До уваги фахівців!

ПРОВОДЯТЬ

**10-14 вересня 2002 р.** в м. Одеса

МІЖНАРОДНУ НАУКОВО-ПРАКТИЧНУ КОНФЕРЕНЦІЮ

Національна Академія наук України  
 Міністерство освіти і науки України  
 Інститут електросварювання ім. Є. О. Патона  
 Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова  
 Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини  
 Інститут медицини праці Академії медичних наук України  
 Одеська обласна державна адміністрація  
 Одеська міська рада

### «ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, ЗДОРОВ'Я. БЕЗПЕКА У ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»

Тематика конференції:

- Методи і засоби захисту зварників, виробничого і навколишнього середовища від впливу зварювальних аерозолів.
- Пристрої локалізації, місцева вентиляція зварювальних постів, вентиляція монтажно-зварювальних цехів.
- Енерго- і ресурсозбереження, утилізація і переробка зварювального пилу.
- Технологічні можливості зниження викидів зварювальних аерозолів при зварюванні, наплавленні та різанні металів.
- Економічна ефективність прогресивних способів зварювання, засобів індивідуального та колективного захисту зварників і робітників суміжних професій.
- Сучасні проблеми медицини праці в зварювальному виробництві.
- Безпека праці і ергономіка в зварювальному виробництві.

За інформацією слід звертатись за адресою:

(ФХІ ЗНСІЛ) Міністерства освіти і науки НАН України, 65026 Україна, Одеса, вул. Преображенська, 3.  
 Тел.: (+380 482) 23-7561, 23-7528 Факс: (+380 482) 23-1116, 26-4767 E-mail: rabbit@farlep.net

протекать в капиллярах пористого наполнителя. Сам процесс поэтапного распада ацетилена может включать ряд молекулярных и свободнорадикальных реакций, т. е. весь запас химической энергии горючей системы переходит в тепловую энергию продуктов цепной реакции.

Таким образом, развитие процесса распада ацетилена по высоте пористого наполнителя баллона в форме равномерной поступательной дефлаграции (спокойного горения) с последующей детонацией будет осуществляться первичной стабилизацией фронта пламени на поверхности инертной массы и последующим медленным продвижением за счет подхода из нижних слоев пористой массы встречного потока ацетилена. Последний поступает из раствора ацетона при нагреве за счет отдачи теплоты каркасом наполнителя. При этом не исключается инициирование разложения ацетилена в жидкой фазе.

Эти процессы усугубляются, если вентиль баллона перекрыт не полностью или был открытым значительное время после обратного удара.

Максимальное давление в баллоне при взрывном распаде ацетилена, учитывая, что в составе продуктов взрыва наряду с газами имеются газообразные продукты,

$$P_{\max} = \frac{nRT_p \rho}{1 - (a_1 - a_2) \rho}$$

где  $n$  — число молей газообразных продуктов, образующихся при разложении 1 кг исходных продуктов;  $R$  — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);  $T$  — абсолютная температура разложения К;  $\rho$  — плотность газообразных продуктов разложения, кг/м<sup>3</sup>;  $a_1, a_2$  — удельный объем соответственно газообразных и не газообразных продуктов, м<sup>3</sup>/кг.

Если считать, что произойдет одномоментный распад всего ацетилена, находящегося в баллоне, а свободный объем, в котором он находится, составляет 34 л (с учетом условно «спрессованного» наполнителя), то  $p_{\max} = 206$  МПа.

Известно, что баллон должен выдерживать давление дефлаграционного распада ацетилена, равное 12-кратному начальному давлению распада ацетилена. Так, при максимальном рабочем давлении, равном 3 МПа, давление дефлаграционного распада составляет 36 МПа,

что меньше минимального давления разрушения баллона (39 МПа). Ударное давление детонационного распада равно, как правило, удвоенному давлению дефлаграционного распада в замкнутом объеме — более 72 МПа.

Основная потенциальная опасность, связанная с разрушением ацетиленовых баллонов, заключается в появлении таких поражающих факторов, как ударные волны и осколки, приводящие к тяжелым последствиям. Результаты расчетов параметров ударных волн на различных расстояниях от разорвавшихся баллонов приведены в *табл. 2*.

Начальные скорости разлета осколков различных баллонов приведены в *табл. 3*, скорости осколков в конце траектории падения — в *табл. 4* (только для одной начальной скорости, так как результаты при других начальных скоростях отличаются не более чем на 5%).

Практически все осколки даже на последней стадии полета имеют скорость, достаточную для того, чтобы причинить тяжелые ранения.

Размеры возможных зон поражения осколками определяют дальностью полета наиболее крупных осколков. Так, радиус зон поражения осколками при взрыве ацетиленового, кислородного, водородного, пропанового и пропанового тонкостенного баллонов, а также ацетиленового генератора и бачка с керосином составляет соответственно 2500, 2200, 1100, 2100, 1800, 200 и 800 м.

Поскольку вероятность попадания человека в зону поражения при взрыве баллона может быть принята равной 1 (так как место расположения участка газопламенной обработки материалов, условия работы, численность персонала и др. неизвестны), поэтому вероятность поражения человека в этих же условиях также может быть принята равной 1.

Анализ происходящих аварий при работе с ацетиленовыми баллонами и требований действующих нормативно-технических документов позволяет сделать следующие выводы.

Существующая научно-техническая документация (НТД) не содержит требований об обязательной защите единичных баллонов от обратных ударов с использованием защитных устройств.

Для защиты ацетиленового баллона от обратного удара при выполнении газопламенных сварочных работ необхо-

**Таблица 2. Результаты расчетов параметров ударных волн на различных расстояниях от разорвавшихся баллонов**

Баллон	Давление взрыва, МПа	Тротиловый эквивалент, кг	Радиус, м, при давлении фронта ударной волны, кПа			
			100	40	20	10
Ацетиленовый	206	9,7	6	9	13	19
Кислородный	180	6,3	5	7	11	17
Водородный	67	4,5	4	6	9	15
Пропановый	54	3,4	4	6	8	13

**Таблица 3. Начальные скорости разлета осколков различных баллонов**

Объект	Давление взрыва (взрывного распада), МПа	Скорость разлета осколков, м/с
Баллон:		
ацетиленовый	206	600
кислородный	180	517
водородный	67	205
пропановый	180	480
пропановый тонкостенный	48	370
Ацетиленовый генератор	2,4	70
Бачок с керосином	3,0	230

**Таблица 4. Начальные скорости осколков в конце траектории падения**

Угол вылета осколка, ...°	Скорость осколка, м/с, массой, кг			
	0,1	1,0	10	30
1	110	170	278	342
5	46	70	115	141
15	37	53	80	94
45	42	60	90	106

дима установка специального защитного устройства, обеспечивающего задержку (гашение) пламени и перекрытие потока (истечения ацетилена из баллона).

Необходимо внести в НТД требования об установке защитных устройств при плавании участков от единичных баллонов.

Рекомендуется внести в правила и типовые инструкции по безопасности и охране труда при газопламенной обработке металлов требование: при попадании пламени обратного удара в ацетиленовый баллон необходимо в максимально короткий срок перекрыть баллонный вентиль; при нагреве верхней части баллона переместить его на открытое место и охладить (обильно поливать водой в течение 4–5 ч или поместить в бак с водой).

Ацетиленовый баллон, подвергшийся воздействию обратного удара (даже одиночного), подлежит обязательному переосвидетельствованию. ■ #174

# Литиевые жидкие стекла в производстве электродов с основным покрытием

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

**В** сварочном производстве большое внимание уделяют такой важной эксплуатационной характеристике низководородных электродов, как стойкость покрытия против поглощения атмосферной влаги. Радикальным путем улучшения указанной характеристики является использование в качестве связующего литиевых или комплексных литиево-натриево-калиевых жидких стекол.

Литиевое жидкое стекло невозможно получить традиционным автоклавным растворением предварительно выплавленной силикатной глыбы, поскольку литиевая силикатная глыба не растворяется в воде. Известны два способа безавтоклавного получения водных растворов силикатов лития, основанные на взаимодействии водного раствора гидроксида лития с кристаллическим кремнием либо определенной формой кремнезема. Найдены оптимальные температурные и концентрационные условия проведения указанных реакций,

которые позволяют синтезировать водные растворы силиката лития с широким диапазоном физико-химических свойств.

Установлено, что физико-химические свойства растворов силикатов лития изменяются в зависимости от молярного состава и концентрации растворенного силиката в принципе по тем же законам, что и растворы силикатов натрия, калия или их смесей. Так, изменение вязкости водных растворов силиката лития под влиянием модуля и плотности описываются экспоненциальными кривыми (рис. 1), зависимость плотности раствора от концентрации растворенного силиката и температуры — прямыми линиями. Растворы силиката лития можно изготовить с очень высоким (до 20 ед.) силикатным модулем, в то время как модули растворов силикатов натрия и калия обычно не превышают соответственно 4 и 5 ед.

Это объясняется тем, что катион лития имеет меньшие размеры и, следовательно, большее силовое поле, которое позволяет стабилизировать в растворе более высокие концентрации кремнекислородных анионов.

Типичный состав литиевых жидких стекол, используемых в производстве, приведен в табл. 1.

Второй особенностью водных растворов силиката лития является необычный их отклик на нагрев. Как видно из рис. 2, вязкость водных растворов

литиевых силикатов уменьшается при повышении температуры только до 30–40 °С. Нагрев выше 40 °С вызывает увеличение вязкости стекла, особенно резкое при температуре, превышающей 50 °С. Указанный эффект обратим (т. е. свойства стекла полностью восстанавливаются после охлаждения) и характерен для всех литиевых жидких стекол независимо от уровня их модуля и начальной вязкости. Он может стать полезным при термообработке низководородных электродов в конвейерной печи: вызванное упрочнение покрытия на литиевом стекле при повышении температуры сможет эффективно противодействовать тепловому размягчению, которое наблюдается при использовании обычных жидких стекол вследствие температурного понижения их вязкости.

Третьей особенностью литиевых жидких стекол является их значительно меньшая химическая активность по отношению к ферросплавам. Так, при взаимодействии литиевого стекла с порошком типичного ферросилиция ФС45 с размером частиц менее 160 мкм через 90 мин реакции выделяется всего 0,2 мл газа в расчете на 1 г FeSi. При использовании же натриево-калиевого жидкого стекла выделяется 25–30 мл газа на 1 г FeSi.

В табл. 2 приведены пластические свойства обмазочной массы электродов УОНИ–13/55, изготовленной на литиевом жидком стекле. Там же для сопоставле-

Рис. 1. Зависимость вязкости водных растворов силиката лития от плотности при 20 °С; цифры — модуль силиката

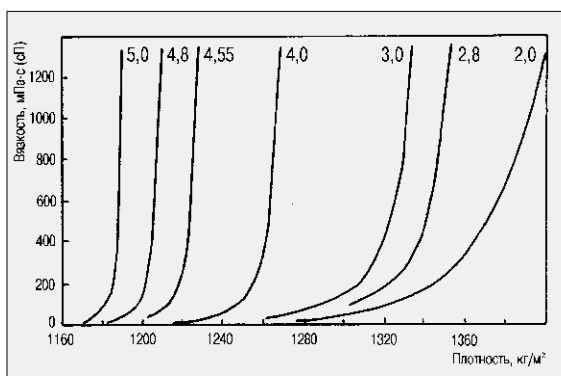


Таблица 1. Типичный состав некоторых опытных образцов растворов силиката лития

Плотность, кг/м³	Вязкость при 20 °С, сП	Массовая доля, %		Модуль
		SiO <sub>2</sub>	Li <sub>2</sub> O	
1398	1140	29,15	7,24	2,0
1337	385	28,39	4,61	3,1
1255	224	25,54	3,13	3,9
1177	220	19,10	1,80	5,3

Таблица 2. Пластические свойства обмазочной массы электродов УОНИ–13/55, изготовленной на разных видах жидких стекол

Жидкое стекло	Тип	Модуль	Плотность, кг/м³	Вязкость, мПа·с	Доза, %	P <sub>з</sub> , МПа, при		P <sub>ц</sub> , МПа
						объемном расходе 1 мл/с	10 мл/с	
Li	3,2	1293	195	29	0,28	34,0	37,5	5,2
Na	2,9	1435	210	29	0,02	17,5	25,5	11,1
K	2,9	1420	205	29	0,12	33,5	46,0	16,8

ния приведена пластичность образцов, изготовленных в одинаковых условиях на натриевом и калиевом жидком стекле. Пластичность оценивали по стабильности и значению давления экструзии  $P_3$ , определяемому на капиллярном вискозиметре ОБ 1435 с фильерой диаметром 4 и 40 мм, и по пластической прочности  $P_m$ , которую измеряли коническим автопластометром ОБ 2059. Одновременно оценивалась прочность при трехточечном изгибе прокаленных цилиндрических образцов обмазочной массы  $P_U$ .

Как видно из приведенных данных, литиевое жидкое стекло сообщает обмазочной массе более ярко выраженные противопенетрационные свойства (высокие значения пластической прочности) при сохранении достаточно хорошей текучести. Однако в ряде случаев при высоких расходах обмазки наблюдается нестабильное ее течение при экструзии, что можно объяснить разрушением межзеренной жидкостекольной пленки под влиянием вязкостного разогрева струи. По своим свойствам обмазочные массы, изготовленные на литиевом связующем, очень близки к обмазкам, изготовленным на высокомодульных натриево-калиевых жидких стеклах. Прочность на изгиб прокаленных при 400 °С цилиндрических образцов обмазочной массы на литиевом стекле в 2–3 раза ниже прочности образцов на натриевом и калиевом связующих.

Влияние литиевых силикатов на структурно-технологические свойства электродов и гигросорбционную стойкость покрытий оценивалось на электродах марки УОНИ–13/55 диаметром 4,0 мм. Вязкость литиевого стекла 200 сП, его доза 26%. Контрольный вариант электродов изготовлен на натриево-калиевом жидком стекле с модулем 2,9 и вязкостью 200 сП. Изготовленные электроды после суточного подвяливания на воздухе высушивали в печи при 100–150 °С и затем прокаливали при 400 °С в течение 1 ч.

Установлено, что электроды УОНИ–13/55, изготовленные на литиевых жидких стеклах, характеризуются менее благоприятными стабилизирующими свойствами покрытий и характеристиками переноса электродного металла при сварке. Так, длительность коротких замыканий и время повторного зажигания составляют соответственно 15,7–18,4 мс и 0,12–0,14 мс, что свиде-

тельствует о крупнокапельном переносе расплавленного металла. При таких же условиях электроды на натриево-калиевом жидком стекле показывают соответственно 10,9 мс и 0,11 мс. В то же время напряжение повторного зажигания дуги при использовании литиевого силиката ниже, чем в случае натриево-калиевого стекла (соответственно 41,8–43,7 В и 46,4 В).

У электродов на литиевых силикатах более высокая скорость плавления и, как следствие, более высокая производительность сварки. Так, коэффициент наплавки составляет 10,7–11,35 г/(А·ч), в то время как при применении натриево-калиевого связующего он достигает лишь 9,9 г/(А·ч).

Как вытекает из результатов опытов, литиево-силикатные связующие в атмосфере с высокой относительной влажностью действительно обеспечивают весьма низкую гигроскопичность покрытия (рис. 3), причем равновесие поглощения влаги достигается через 4–5 с и даже после 14-суточной экспозиции в контролируемой атмосфере не превышает 1,5%. Покрытие на натриево-калиевом жидком стекле за такой же период сорбирует 7,3% влаги и не выходит на равновесное влагосодержание.

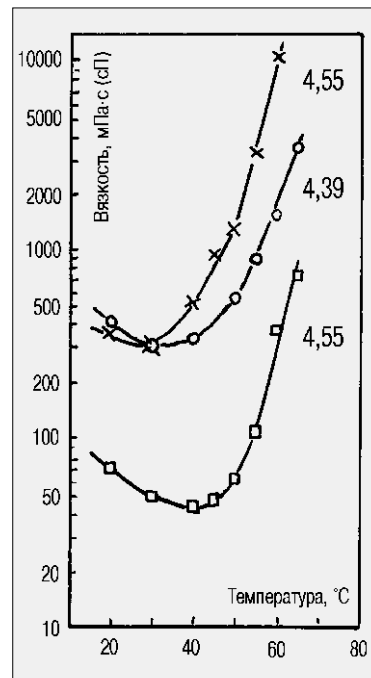
С увеличением модуля литиевого силиката от 2,8 до 5,3 ед. количество влаги, сорбированной покрытием, несколько возрастает (примерно на 0,6%). Такое явление, не наблюдаемое у других силикатов, нельзя объяснить исходя из традиционных представлений и требует дополнительных исследований структуры покрытий.

Влияние литий-силикатного связующего на содержание диффузионного водорода в наплавленном металле видно из данных, приведенных в табл. 3. Использование литиевых жидких стекол позволяет добиться существенного понижения содержания водорода в металле, наплавленном низководородными электродами.

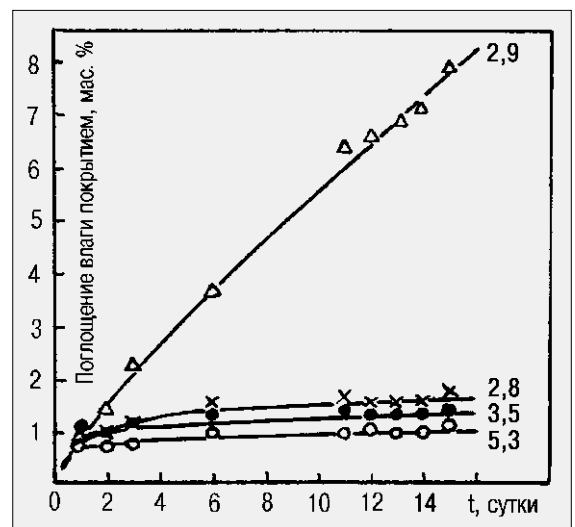
Таким образом, применение литиевых стекол в качестве связующего электродных покрытий можно рассматривать как эффективный путь достижения высокой стойкости покрытий против адсорбции атмосферной влаги и понижения концентрации диффузионного водорода в наплавленном металле.

**Таблица 3. Содержание диффузионного водорода в металле, наплавленном электродами УОНИ 13/55 диаметром 4,0 мм, в зависимости от вида связующего (определено под слоем глицерина)**

Жидкое стекло	Содержание в покрытии		$[H_D]$ , см <sup>3</sup> /100 г
	силиката, мас. %	$R_2O$ , мол. %	
Литиевое	7,6	0,031	3,9
Натриевое	9,3	0,039	5,1
Калиевое	10,2	0,037	6,1



**Рис. 2. Зависимость вязкости растворов силиката лития от температуры**



**Рис. 3. Кинетика сорбции влаги покрытием электродов УОНИ–13/55 диаметром 4,0 мм, изготовленных на литиевых жидких стеклах разного модуля (○, ●, ×) и натриево-калиевом жидком стекле (△).** Выдержка в атмосфере с относительной влажностью  $\phi = 94,7\%$  при комнатной температуре

# Термическая обработка сварных соединений

## Часть 5. Технология термообработки трубопроводов\*

### Контроль температуры и качества термообработки сварных соединений

П. М. Корольков, ОАО «ВНИИМонтажспецстрой» (Москва)

**К** технологии измерения температуры при термообработке относятся подготовка к работе и установка термоэлектрических преобразователей, приборов контроля температуры и соединение их между собой, методика измерения температуры различными приборами и правила работы с ними.

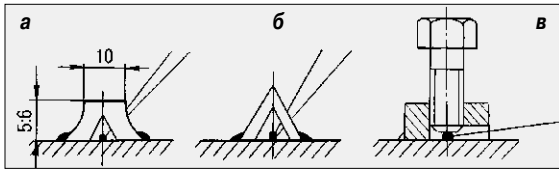


Рис. 1. Схемы крепления горячего спая термоэлектрического преобразователя к сварному соединению: а — бобышкой с прорезью; б — Л-образной бобышкой; в — гайкой с болтом

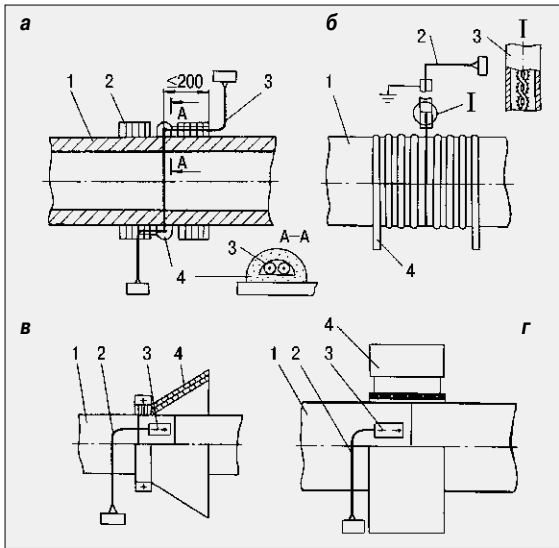


Рис. 2. Установка термоэлектрических преобразователей при различных методах нагрева: а — при нагреве ГЭН, КЭН-1 и КЭН-2 (1 — сварное соединение; 2 — электронагреватели; 3 — преобразователь; 4 — теплоизоляция горячего спая); б — при нагреве КЭН-3, КЭН-4 и индуктором (1 — сварное соединение; 2 — преобразователь; 3 — экран; 4 — электронагреватель); в — при нагреве однопламенной универсальной ацетиленокислородной горелкой (1 — сварное соединение; 2 — преобразователь; 3 — теплоизоляция горячего спая; 4 — воронка); г — при нагреве кольцевой многопламенной горелкой (1 — сварное соединение; 2 — преобразователь; 3 — теплоизоляция горячего спая; 4 — горелка)

**Технология измерения температуры.** Длина преобразователей должна быть не менее 1 м. Концы термоэлектродов с одной стороны плотно скручивают между собой так, чтобы образовалось 1,5–2 витка. Горячий спай можно выполнить ацетилено-кислородной, ручной аргонодуговой сваркой, либо дуговой сваркой на графитовой пластинке или графитовом порошке. Для нормальной работы термопары достаточно сплавить между собой торцы термоэлектродов.

Для проверки преобразователей обычно используют простой и надежный метод «горящей спички». Свободные концы подключают к милливольтметру или потенциометру, затем горячий спай нагревают пламенем зажженной спички. Преобразователь типа ТХА при этом развивает соответствующую термо-ЭДС, и прибор покажет температуру порядка 400–450 °С.

Преобразователи, поступающие непосредственно с заводов-изготовителей, имеют горячий спай со скрученными термоэлектродами на длине до 50 мм. Применять такие горячие спаи нельзя, так как это может привести к значительному искажению при измерении температуры. Их необходимо переделать по вышеизложенной методике. Следует отметить, что в процессе проведения термообработки термоэлектроды горячего спаи постепенно пережигаются. Поэтому после проведения одного-двух циклов термообработки спай необходимо переделывать заново, предварительно удалив старый. После сварки горячего спаи термоэлектроды изолируют друг от друга керамическими бусами или надевают на них хлорвиниловую трубку. Кроме того, на длине 250–300 мм от горячего спаи каждый термоэлектрод отдельно, а потом оба вместе покрывают асбестовой оплеткой (обычно ее наматывают нитками от асбестового полотна).

Горячий спай следует устанавливать на поверхности шва или на расстоянии не более 20 мм от его края. Для крепления горячего спаи преобразователей можно использовать несколько способов: бобышку с прорезью, Л-образную бобышку из пластины, гайку с болтом (рис. 1, а–в). Бобышки приваривают к тщательно зачищенному месту трубы, устанавливают горячий спай в прорезь и легкими ударами молотка расплющивают бобышки так, чтобы обеспечить хороший контакт между спаем и трубой. Гайку прихватывают к трубе, и горячий спай устанавливают в прорезь, сделанную в гайке, после чего спай надежно прижимают болтом к трубе.

Количество используемых преобразователей зависит от диаметра трубы и способа нагрева при термообработке и обычно равно одному-четырем (для труб диаметром до 219 мм — один преобразователь, для труб диаметром 820–1620 мм — четыре преобразователя, которые устанавливают по окружности трубы через 90°).

Место расположения преобразователей на термообрабатываемом сварном соединении и степень теплоизоляции его рабочего нагреваемого участка определяют способом нагрева при термообработке. При нагреве электронагревателями сопротивления КЭН-1, КЭН-2 и газопламенном нагреве рекомендуют участок преобразователя на длине 200–300 мм вместе с горячим спаем дополнительно обкладывать асбестовой изоляцией и покрывать снаружи металлическим защитным кожухом (рис. 2). При индукционном способе нагрева, а также нагреве электронагревателями КЭН-3 и КЭН-4 преобразователь следует устанавливать перпендикулярно к направлению магнитного потока электронагревателя (перпендикулярно к оси трубы), кроме того, изолированные термоэлектроды следует сплетать друг с

\* Продолжение. Начало в №5, 2001.



другом. Такое расположение преобразователя снижает вредное влияние электромагнитного поля индуктора на показания потенциометров. Место крепления горячего спая при термообработке следует выбирать на выпуклости (усилении) сварного шва или на расстоянии до 30 мм от сварного шва (рис. 3, а). Для крепления горячего спая следует зачистить до металлического блеска площадку размером 10×20 мм. Крепить горячий спай на большом расстоянии запрещается из-за опасности получения большой погрешности в замере температуры.

Для контроля подогрева при сварке расстояние от центра разделки кромок до места крепления должно быть равно 50–60 мм, чтобы не мешать процессу сварки (рис. 3, б, в).

При выборе вида термоэлектродного провода необходимо учитывать, что эти провода имеют, как правило, значительную длину, и их прокладывают в зонах, где установлено большое количество работающего электрического оборудования. Вследствие этого возникают сильные электромагнитные поля, приводящие к появлению помех (сторонних электрических сигналов, действующих на «входе» потенциометров) и значительным погрешностям при измерении температуры. Поэтому необходимо, по возможности, выбирать термоэлектродные провода, экранированные или в оплетке из стальной проволоки марок ПТПЭ и ПТВП, обладающие хорошей защищенностью от помех.

В процессе проведения термообработки точность измерения температуры во многом зависит от соблюдения правил применения приборов контроля температуры, преобразователей и термоэлектродных проводов (табл. 1).

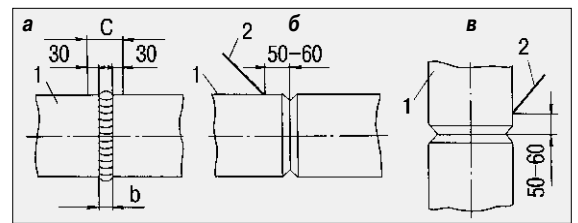
При работе с автоматическими регистрирующими потенциометрами необходимо соблюдать следующие основные правила:

- устанавливать строго вертикально на высоте 1,4–1,6 м от уровня пола (для удобства обслуживания);
- защищать от механических сотрясений, надежно закрепляя их на щитах пультов с применением резиновых прокладок;
- размещать в сухих местах с нормальным освещением;
- заземлять и включать в сеть высокого напряжения через стабилизатор напряжения в разделительный трансформатор мощностью не менее 100 В·А;

- размещать на расстоянии не ближе 10 м от различного электрооборудования;
- подключать к потенциометру преобразователи с помощью термоэлектродных проводов (не допускается замена этих проводов на медные, поскольку искажаются показания прибора);
- проверять в монтажных условиях работу потенциометров не реже одного раза в 10–15 дней с помощью переносного контрольного потенциометра типов ПП–63, КП–59 или лабораторного потенциометра.

Система линз оптических пирометров позволяет измерять температуру на расстоянии 0,7–5 м от излучателей. Рекомендуемое расстояние при термообработке сварных соединений трубопроводов составляет 0,8–1,0 м, что обеспечивает более точный контроль температуры. Фотоэлектрические пирометры позволяют измерять температуру на расстоянии 200 мм и более от излучателя (сварного соединения).

Методика измерения температуры термоиндикаторными карандашами или красками заключается в следующем. Выбирают место проведения контроля (обычно на расстоянии 15–20 мм от кромки трубы в верхней части стыка). Металл трубы в выбранном месте зачищают до металлического блеска, размер зачищенной площадки должен быть примерно 40×15 мм. Термоиндикаторным



**Рис. 3. Места крепления горячего спая термоэлектрического преобразователя при термообработке и подогреве для сварки: а — при термообработке (1 — сварное соединение; b — ширина сварного шва; С — участок сварного соединения, на котором можно устанавливать горячий спай); б, в — при подогреве вертикального и горизонтального стыка (1 — труба; 2 — преобразователь)**

карандашом или красками наносят на зачищенную площадку штрихи шириной 7–8 мм и длиной 25–30 мм. В процессе нагрева труб штрихи не должны подвергаться непосредственному действию пламени газовых горелок и тепловых потоков от электронагревателей, так как это может привести к быстрому выгоранию термоиндикаторных элементов и искажению значений измеряемой температуры. Необходимо нанесенные штрихи закрывать асбестовой тканью или асбестовым картоном, время от времени поднимая их для проведения контроля температуры. Изменение цвета штриха происходит через 5–10 с после достижения температуры перехода. После окончания работы место контроля температуры термоиндикаторными карандашами или красками зачищают шлифовальной шкуркой или напильником.

При контроле температуры контактными термометрами ТК–3М или ТК–5 зондом термометра на 4–5 с касаются нагретого металла и визуально наблюдают за показаниями температуры на блоке индикации.

**Таблица 1. Возможные погрешности в регистрации температур при термической обработке**

Характер нарушения технологии контроля	Ориентировочная погрешность, °С
Горячий спай преобразователя не сварен	5–10
Недостаточный контакт горячего спая с нагреваемой поверхностью трубы	До 50
Крепление горячего спая на расстоянии от шва больше нормативного на 10–20 мм	До 50
Недостаточная теплоизоляция горячего спая при радиационном способе нагрева	40–80
Использованы преобразователи, не соответствующие по градуировке данному типу прибора	50 и более
Термоэлектродный провод не экранирован или экран не заземлен	30–40
Термоэлектродные провода расположены параллельно электропроводящим на расстоянии менее 0,3 м от линий переменного тока	20–40
Термоэлектродные провода свернуты бухтой	10–20
Применены термоэлектродные провода, не соответствующие данному типу преобразователя	20–40
Не соблюдены условия совпадения полярности одновременно в месте соединения преобразователя с удлиняющими проводами и приборами	10–30
Недостаточный контакт в соединениях цепи термопреобразователь–прибор	До 50
Не скорректирована стрелка милливольтметра на температуру окружающего воздуха	10–30
Применены медные провода вместо термоэлектродных удлиняющих при работе с автоматическими регистрирующими потенциометрами	10–30
Использованы приборы, не прошедшие госпрверку	До 100

## Термическая обработка сварных соединений

### Часть 5. Технология термо- обработки трубопроводов

#### Контроль температуры и качества термообработки сварных соединений

**Контроль качества термообработки сварных соединений.** При монтаже и ремонте трубопроводов и сосудов, работающих под давлением, контролируют качество сварных соединений, подвергаемых термообработке. Показателем качества термообработки является то, в какой мере достигнуты цели, стоявшие перед термообработкой, т. е. насколько снижен уровень сварочных напряжений и улучшена структура и свойства всех участков сварного соединения. Качество термообработки зависит от точности соблюдения рекомендованного технологического процесса.

Контроль качества термообработки состоит из многих операций и является неотъемлемой составной частью технологического процесса. Достаточно пропустить или небрежно выполнить одну из операций, чтобы вызвать необходимость дополнительных работ (повторная термообработка или вырезка и повторный цикл выполнения сварного соединения). Еще хуже, если брак не будет своевременно обнаружен, и сварное соединение выйдет из строя в процессе эксплуатации. Выполняемую при контроле работу

можно классифицировать по методам контроля и контрольным операциям, по времени выполнения контроля (рис. 4).

Контрольные операции проводят на всех стадиях цикла термообработки, они являются неотъемлемой частью технологического процесса термообработки и их выполнение гарантирует высокое качество работ.

Особо важное значение при термообработке должно быть уделено пооперационному контролю, который оказывает решающее влияние на качество термообработки. Главную роль в проведении пооперационного контроля играет оператор-термист.

Основной операцией пооперационного контроля является замер температуры. Когда температуру измеряли переносными показывающими приборами и другими несовершенными способами, оператор-термист был обязан каждые 20 мин измерять температуру, результат замера заносить в специальный журнал и заверять своей подписью. И в настоящее время при широком использовании регистрирующих приборов и систем автоматического регулирования по-прежнему очень многое зависит от оператора-термиста. Достаточно, чтобы оператор-термист допустил небольшое нарушение технологии замера температуры, например, не обеспечил плотный надежный контакт во вторичной цепи прибора, и результаты замеров окажутся на 50–100 °С ниже истинных; в итоге термообработка будет выполнена некачественно, в то время как диаграмма записи температуры будет соответствовать нормам. Поэтому оператор-термист должен с особой от-

ветственностью следить за соблюдением технологии замеров температуры и заверять своей подписью каждую диаграмму.

Для контроля температуры в производственных условиях используют термоэлектрические пирометры и пирометры излучения с пределами измерения соответственно 50–1800 и 100–6000 °С. Учитывая важность обеспечения точности при измерении температуры, термоэлектрические пирометры и пирометры излучения обязательно должны проходить госпроверку в лабораториях Государственного комитета стандартов в следующие сроки: контрольные и лабораторные потенциометры — не реже одного раза в год и после каждого ремонта; рабочие приборы (милливольтметры, автоматические регистрирующие потенциометры, пирометры излучения и др.) — не реже одного раза в два года и после каждого ремонта. В производственных условиях специалист по приборам контроля температуры не реже одного раза в две недели должен проводить проверку правильности работы приборов контроля температуры.

Для выполнения контроля качества термообработки сварных соединений привлекают различные службы. Так, вопросами контроля квалификации персонала термистов, соответствия применяемых режимов указанным в технологической документации занимается группа термообработки и ее руководитель. Контроль качества технической документации осуществляет технический отдел, а металлографические исследования, механические испытания, неразрушающий контроль, а также замеры твердости сварных соединений — группа (лаборатория) контроля качества металлов и сварных соединений.

Основной операцией при заключительном контроле качества термообработки является контроль качества технической документации, главным образом диаграмм регистрации температуры и журналов термической обработки на всех стадиях процесса. При этом проверяют соответствие фактических параметров режимов требованиям НТД.

В случаях, предусмотренных НТД, качество термообработки проверяют дополнительными методами: разрушающими (механические испытания и металлографические исследования образцов) и неразрушающим (замером твердости наружной поверхности сварных соединений).

Рис. 4.  
Классификация  
контрольных  
операций  
по времени  
проведения



**Таблица 2. Переносные приборы для измерения твердости**

Показатель	Динамические						Польди	ВПИ-3К	Статический МЭИ-Т
	ТЭМП-1	ТЭМП-2	ТЭМП-3	ТДМ-1	ИТ-5070	Датчик:			
Диапазоны измерений твердости по шкале:									
Бринелля, HB	100-450	95-460	95-460	90-450	—	—	100-400	—	100-300
Роквелла, HRC	22-68	22-69	22-68	20-70	—	—	—	—	—
Виккерса, HV	300-950	95-950	95-950	375-850	80-940	—	—	100-800	—
Шора, HSD	23-99	23-99	23-99	—	—	—	—	—	—
Погрешность показаний прибора, %	<2, 5 HRC <12 HB	+3	+3	+2 HRC +15 HB, HV	+5	—	+(7-10)	+6	+0,25
Габаритные размеры, мм	35×95×125	170×85×35	30×60×130	157×84×30	Датчик: длина 160, диаметр 40	Твердомер: длина 250, диаметр 35	Твердомер: длина 250, диаметр 35	—	250×270×300
Масса прибора, кг	0,3	0,4	0,22	0,3	3,0	Твердо- мер 0,4	Твердо- мер 0,4	—	11,0

Для выполнения разрушающих методов контроля вырезают производственные сварные соединения из числа прошедших термообработку или сваривают и термообработывают специальные контрольные сварные соединения, идентичные производственным по всем технологическим параметрам. Из производственных или контрольных сварных соединений вырезают образцы, которые испытывают на прочность и пластичность, а также подвергают исследованиям на макро- и микроструктуру. Положительные результаты испытаний этих образцов косвенно свидетельствуют о высоком качестве сварки и термообработки производственных сварных соединений, выполненных идентично испытанным образцам.

Основным методом неразрушающего контроля качества сварных соединений после термообработки является измерение твердости наружной поверхности этих соединений. В производственных условиях твердость сварных соединений измеряют с помощью переносных твердомеров статического или динамического действия (табл. 2).

Принципиальное отличие между приборами статического и динамического действия заключается в способе приложения нагрузки к индентору. В приборах статического действия индентор вдавливают в металл постепенно с равномерным нарастанием нагрузки, а в приборах динамического действия индентор вдавливают под действием ударной нагрузки.

Твердомеры динамического действия лишены недостатков, которые имеют твердомеры статического действия (необходимость жесткого крепления на изделии, большие габаритные размеры и масса). Эти приборы позволяют вести измерение в любом пространственном положении и не требуют приложения больших нагрузок, поэтому их можно использовать для измерения твердости на сварных соединениях любой конфигурации, размеров и в любых производственных условиях. Однако результаты измерения твердости динамическими методами не всегда равнозначны результатам, полученным при статических методах измерения. При контроле твердости с динамическим приложением нагрузки к индентору оказывает влияние соотношение масс соударяемых тел, скорость удара, пластичность металла сварного шва и эталона. Сопротивляемость металлов деформированию

под действием динамической нагрузки отличается от тех же показателей при статической нагрузке, что снижает точность измерения при динамических испытаниях по сравнению со статическими.

Приборы динамического действия подразделяют на приборы с произвольной и постоянной (фиксированной) энергией ударного нагружения индентора. Типичным прибором с произвольной энергией удара для приближенного определения твердости металлов по Бринеллю является прибор Польди. В комплект входит переносной микроскоп МПБ-2,20, эталоны твердости 130-250 HB и твердомер. Принцип работы прибора Польди заключается в том, что шарик под действием удара вдавливается с одинаковой силой как в испытуемый металл, так и в эталон. Зная твердость эталона, измерив диаметры отпечатков на испытуемом изделии и эталоне микроскопом МПБ-2, находят искомую твердость с помощью специальной таблицы по шкале Бринелля.

Для проведения испытаний эталон закладывают между шариком и бойком, устанавливают перпендикулярно к зачищенной площадке на испытуемый участок сварного соединения и наносят средней силы удар молотком по бойку прибора. После этого вынимают эталон из прибора, измеряют отпечатки и подсчитывают искомую твердость сварного шва. Прибором Польди можно измерять твердость сварных швов, находящихся как в удобных, так и в неудобных для работы положениях, однако точность измерения невелика (см. табл. 2).

Более полное описание конструкции и работы твердомеров приведено в инструкциях заводов-изготовителей.

Наиболее современными приборами являются автоматические твердомеры ТЭМП-2, ТЭМП-3 и ТДМ-1, в состав которых входят электронные блоки, которые с помощью световой индикации показывают значения измеренной твердости.

Необходимость в контроле твердости сварных соединений, его объем устанавливают в соответствии с требованиями НТД.

Замерами твердости сварных швов могут быть выявлены дефекты термообработки, возникшие вследствие недогрева или перегрева, увеличения или снижения времени выдержки, неравномерного нагрева по ширине сварного соединения, по его окружности и др.

Особое внимание должно быть уделено измерению твердости сварных швов соединений повышенной трудности (сварные тройники, приварка труб к арматуре, приварка фланцев и доннышек к трубам и т. п.), где из-за трудности правильной установки электронагревателей и термoeлектрических преобразователей возможно искажение температурного поля нагрева и недоотпуск сварного соединения.

Неразрушающие методы контроля, особенно ультразвуковая дефектоскопия, хорошо выявляют в сварном соединении трещины, которые могут возникнуть в процессе термообработки.

Измерение сварочных напряжений производят только в том случае, если об этом специально указано в НТД. При этом используют неразрушающие методы контроля (с помощью переносных приборов) или метод разрушения специально подготовленных образцов путем сверления или проточки и затем проведения соответствующих замеров. ■ #176

**СЕРТИФИКАЦИЯ**

# Производители сварочных материалов,

**имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный ИТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.01.2002 г.)**

Предприятие	Адрес	Сертифицированная продукция
■ ОАО «Запорожский сталепрокатный завод»	69600, Запорожье, ГСП-1086	<b>Проволоки:</b> Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-10НМА
■ ДП «ЭЛМЕР», ЗАО «Стальметиз»	65006, Одесса, ул. Известковая, 52	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-36, МР-3
■ ОАО «ЗВАРМЕТ»	65006, Одесса, ул. Известковая, 52	<b>Проволоки:</b> Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О
■ ОАО «Артемковский машино-строительный завод «ВИСТЕК»	84500, Артемовск Донецкой области, ул. Артема, 6, тел. (06274) 6-40-46	<b>Проволоки:</b> Св-08, Св-08А <b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-6, МР-3, VISWELD E6013
■ Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий	69035, Запорожье, ГСП-356	<b>Флюсы:</b> АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АДМ, АН-348АП, АН-348-АПМ, АН-348-В, АН-348-ВМ, АН-348-ВД, АН-348-ВДМ, АН-348-ВП, АН-348-ВПМ, АН-47, АН-47М, АН-47Д, АН-47ДМ, АН-47П, АН-47ПМ, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, ОСЦ-45ДМ, ОСЦ-45Д, ОСЦ-45П, АНЦ-1А, АНЦ-1АМ, АНЦ-1АД, АНЦ-1АДМ, АНЦ-1АП, АНЦ-1АПМ <b>Силикаты:</b> К-Na, Na-K
■ АО «Электрод»	36009, Полтава, ул. Зенковская, 55	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-24
■ ООО «Кременчугский электродный завод»	39607, Кременчуг Полтавской области, ул. И. Приходько, 139	<b>Электроды:</b> АНО-1, АНО-4, АНО-19М, АНО-24, МР-3, УОНИ-13/45СМ, УОНИ-13/55СМ, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55
■ ОАО «Торезвердосплав»	86600, Торез Донецкой области, ул. Трудовая, 83, тел./ф. (06254) 3-21-33	<b>Электроды</b> МР-3 <b>Порошковые проволоки:</b> ПП-Нп12Х13, ПП-Нп35В9Х3СФ, ПП-Нп80Х20Р3Т
■ ООО «Сбормаш»	84306, Краматорск Донецкой области, пос. Кокострой, 1, тел. (06264) 6-03-66	<b>Электроды:</b> МР-3, УОНИ-13/55
■ ЧП «Электродный завод «ИНДУСТРИЯ»	91001, Луганск, ул. К. Либкнехта, 38	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, МР-3, УОНИ-13/55
■ ООО «Электродмаш»	94000, Стаханов Луганской области, ул. Коперника 25, тел. (06444) 4-33-15	<b>Электроды</b> АНО-4
■ ООО «Технопром»	93100, Лисичанск Луганской области, ул. Ворошилова, 5, к. 93, тел. (06451) 2-26-00	<b>Электроды</b> АНО-4
■ АО «Херсонкомплект»	73000, г. Херсон, ул. Домостроительная, 14	<b>Электроды</b> МР-3
■ ЗАО «Промстройресурс»	18030, Черкассы, ул. Первомайская, 68	<b>Электроды</b> АНО-4
■ ООО «СИМАГ»	50071, Кривой Рог, ул. Мелешкина, 34	<b>Слюдяной концентрат, молотый тальк</b>
■ ООО «Плазма ТЕК»	21036, Винница, Хмельницкое шоссе, 25	<b>Электроды:</b> АНО-36, МР-3М
■ ОАО «Силур»	86700, Харьков, ул. Филатова, 9	<b>Проволоки:</b> Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Нп-30ХГСА
■ ООО ПКП «Украинская южная компания»	54050, Николаев, Заводская площадь, 1	<b>Электроды:</b> УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, ИТС-4с, С30-4у
■ ЧП «Потенциал»	83086, Донецк, ул. Горького, 23/1	<b>Электроды</b> АНО-4
■ ООО «АРКСЭЛ»	83017, Донецк, пер. Вятский, 2А	<b>Электроды:</b> ГЕФЕСТ-6, ГЕФЕСТ-7, ЗИО-8, НЖ-13, НИИ-48Г, НР-70, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИ-13НЖ, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦН-6Л, ЦНИИН-4, ЦТ-15К, ЦУ-5, ЭА-48М/22, ЭА-395/9, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У, ЭА-981/15
■ ООО «ДОНБАСС-ЭЛЕКТРОД»	83096, Донецк, ул. Хирургическая, 22	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, МР-3М
■ ООО «Приватбуд»	51925, Днепропетровск, пр. Пелина, 23/5, тел. (05692) 3-02-42	<b>Электроды</b> МР-3
■ Учебно-производственное предприятие УТОГ	51999, Днепропетровск, ул. Широкая, 33, тел. (05692) 3-26-63	<b>Проволоки:</b> Св-08, Св-08А
■ ООО «ЮМИС»	49044, Днепропетровск, ул. Мандрыковская, 171/114, тел./ф. (0562) 34-06-97	<b>Электроды</b> МР-3
■ ОАО «Днепропетровский экспериментально-исследовательский завод сварочных материалов»	49040, Днепропетровск, Запорожское шоссе, 37, тел. (0562) 65-80-75	<b>Электроды:</b> ДСК-55/ФК, МР-3, УОНИ-13/55С, УОНИ-13/55ФК

<u>Предприятие</u>	<u>Адрес</u>	<u>Сертифицированная продукция</u>
■ ООО ВТК «ЭРА»	49048, Днепропетровск, ул. Пограничная, ..... 44, тел./ф. (0562) 37-74-43	<b>Электроды</b> МР-3
■ Украинско-латвийское ООО и ИИ «Бадм, ЛТД»	49020, Днепропетровск, пр. К. Маркса, ..... 93/14, тел. (0562) 36-67-01, ф. 36-67-10	<b>Проволоки:</b> Св-08, Св-08А
■ ООО «Днепроток»	49130, Днепропетровск, ул. Захарченко, ..... 4/112, тел. (0562) 34-97-11, ф. 34-97-12	<b>Электроды:</b> АНО-27, МР-3, УОНИ-13/55
■ ЧПКП «Агромаш»	49071, Днепропетровск, ул. Липовая, 10 ..... тел. (0562) 27-09-05	<b>Электроды</b> МР-3
■ Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е. О. Патона	04112, Киев, ул. Е. Телиги, 2 ..... тел. (044) 456-63-69	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-6, АНО-6У, АНО-6Р, АНО-21, АНО-27, АНО-ТМ, АНО-ТМ/СХ, АНО-ТМ60, АНО-ТМ70, АНР-2, ВН-48, МР-3, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, Т590, ЦЛ-11, ЦУ-5, ЦЧ-4, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, Комсомолец-100 <b>Порошковые проволоки:</b> ПП-АН1, ПП-АН63, ППР-ЭК4, ПП-АНВ2у <b>Порошковые проволоки:</b> ПП-АН163М, ПП-Нн25Х5МСГФ, ПП-Нн15Х13Н2Г2ВТ (ПП-АН134Г) ПП-Нн30Х4В2М2ФС, ПП-Нн30Х20МН, ПП-Нн30Х2М2НСГФ, ПП-Нн35В9Х3СФ <b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-29М, АНО-ТМ, АНО-ТМ/СХ, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55
■ Экспериментальное производство ИЭС им. Е. О. Патона	03680, Киев, ул. Горького, 56 ..... тел./ф. (044) 227-55-11	<b>Порошковые проволоки:</b> ПП-АН163М, ПП-Нн25Х5МСГФ, ПП-Нн15Х13Н2Г2ВТ (ПП-АН134Г) ПП-Нн30Х4В2М2ФС, ПП-Нн30Х20МН, ПП-Нн30Х2М2НСГФ, ПП-Нн35В9Х3СФ <b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-29М, АНО-ТМ, АНО-ТМ/СХ, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55
■ СП «ТМ ВЕЛДТЕК»	04205, Киев, Оболонский проспект, 30/66 ..... тел. (044) 446-02-09	<b>Порошковые проволоки:</b> ПП-АН1, ПП-АН8, ПП-АН29, ПП-АН39, ПП-АНЧ2, ППс-АНТ, ППс-ТМВ6, ППс-ТМВ7, ВеТ ППс-ТМВ57, ВеТ ППв-ТМВ11, ВеТ ПП-Нн10Х14Т, ВеТ ПП-Нн12Х14Н3, ВеТ ПП-Нн12Х13, ВеТ ПП-Нн14ГСТ, ВеТ ПП-Нн15Х14ГН2, ВеТ ПП-Нн15Х14Г, ВеТ ПП-Нн15Х14ГН2М1ФБ, ВеТ ПП-Нн25Х5ФМС, ВеТ ПП- Нн35В9Х3СФ, ВеТ ПП- Нн60В9Х3СФ, ВеТ ПП- Нн80Х20Р3Т, ВеТ ПП-Нн200Х15С1ГРТ <b>Электроды:</b> АНО-6В, МР-3В
■ Исследовательское частное предприятие «Электрод»	03040, Киев, ул. Васильковская, 14 ..... тел./ф. (044) 263-40-33	<b>Электроды:</b> АНО-6В, МР-3В
■ ООО «КРОДЕКС»	04080, Киев, ул. Фрунзе, 41 ..... тел. (044) 417-01-04	<b>Проволоки:</b> Св-08А, Св-08ГА, Св-08ГА-О, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-10Г2, Св-08ХМ-О, Св-08ХМ, Св-08ГСНТ, Св-08ГСНТ-О, Св-08Г1НМА, Св-08Г1НМА-О, Св-10ГН, Св-10НМА, Св-10НМА-О
■ МГВП «ГЕФЕСТ»	03680, г. Киев, ул. Боженко, 11 ..... тел. (044) 220-16-19	<b>Электроды:</b> ГЕФЕСТ-6; ГЕФЕСТ-7; НИИ-48Г, НЖ-13, НР-70, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, Т-590, Т-620; ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦН-6Л, ЦНИИН-4, ЦТ-15, ЦУ-5, ЭА-395/9, ЭА-400/10У; ЭА-981/15; ЭА-48М/22
■ АО «Электродный завод»	194100, С-Петербург, ул. Литовская, 12 ..... тел. (812) 245-14-50	<b>Электроды:</b> АНО-4, ЗИО-8, Комсомолец-100, ЛПИ-73, МР-3, МНЧ-2, НЖ-13, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, ОЗС-12, Т-590, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМЛ-5, ТМУ-21У, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45А, УОНИ-13/НЖ, УОНИ-13/85, УОНИ-13/Н1-БК, УОНИИ-13/55Р, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦЧ-4, ЭА-395/9, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У, ЭА-981/15
■ ЗАО «Межгосметиз – Мценск»	303200, Мценск, ул. Советская, 98А ..... тел./ф. (0862) 47-36-69	<b>Электроды:</b> АНО-ТМ, АНО-36, МР-3М, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-11, ЦУ-5, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИИ-13/45А, ЦЧ-4, ЭА-395/9
■ ОАО «АО Спецэлектрод»	109316, Москва, пр. Волгоградский, 41 ..... тел. (095) 173-50-30	<b>Электроды для сварки и наплавки</b>
■ ДООО «ОСПАЗ-ПРЭС» ОАО «ОСПАЗ»	302025, Орел, ул. Раздольная, 105 ..... тел. (08622) 3-76-76	<b>Электроды:</b> АНО-ТМ, АНО-21, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИИ-13/45А
■ ООО «РОТЕКС-К»	157860, пос. Западный Костромской обл., Судиславский район, тел. (095) 965-6690	<b>Электроды:</b> МР-3У, МР-3Р, МР-3М, МР-3, МР-6, ОЗС-6, Ротекс-ОЗС-12, Ротекс-Р, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55С, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМЛ-21У, Ротекс Н (Т-590), ЦНИИН-4, Ротекс Н 55, Ротекс Н 60, ОЗЛ-8, НЖ-13, ОЗЛ-6, ЦЛ-11
■ АО «Курганхиммаш», Курган	Курган, ул. Химмашевская, 16 ..... тел. (35222) 3-55-73	<b>Электроды</b> ОЗС-4К
■ Фирма «BÖHLER SCHWEISSTECHNIK»	GMBH BÖHLER WELDING STR. 1 ..... А-8605 KAPFENBERG POSTFACH 9 (Австрия)	<b>Электроды, порошковые проволоки, проволоки сплошного сечения, флюсы</b>
■ Фирма ESAB AB	Herkulesgatan 72 Box 8004 S-402 77 ..... Goteborg (Швеция)	<b>Электроды, порошковые проволоки, проволоки сплошного сечения, флюсы</b>
■ Фирма UTP Schweißmaterial GmbH & Co. KG	Elsässer Straße 10 D-79189 Bad Krozingen ..... (Германия)	<b>Электроды, порошковые проволоки, проволоки сплошного сечения</b>
■ Фирма Drahtwarenfabrik Drahtzug, Stein GmbH & Co. KG	Drahtwarenfabrik Drahtzug, Stein GmbH & Co. .... KG, Talstrasse 2, D-67317 Altleiningen (Германия)	<b>Сварочные проволоки:</b> Megafil 713R, Megafil 731B, Megafil 710M, SDA 2, SDA S2
■ Фирма «SZ Electrode Jesenice d.o.o.»	Slovenia, Jesenice, Cesta Zelezarjev, 8, 4270	<b>Электроды:</b> EVB-50, CASTNiFe, INOX R 25/14 NC, INOX B 13/4 Fe, INOX R 19/9 Nb, INOX R 19/9 NC, INOX R 19/12/3 NC, INOX R 19/12/3 Nb

*Н. А. Проценко, аудитор, руководитель группы сертификации сварочных материалов ГП НТЦ «СЕПРОЗ» НАН Украины*

## **Уважаемые потребители сварочных материалов!**

В случае поставки Вам некачественной продукции, изготовленной предприятиями, приведенными в данной таблице, просим направлять претензии с приложением акта идентификации продукции и данных, подтверждающих претензии к качеству, в ГП НТЦ «СЕПРОЗ».

**Наш адрес: 03680 Киев, ул. Боженко, 11. Тел.: (044) 261-5306, факс: (044) 220-9495.**



# Владимир Евгеньевич Патон — конструктор, руководитель, человек

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

**85** лет исполнилось бы Владимиру Евгеньевичу Патону 18 марта 2002 г.

В истории науки и техники он широко известен как крупнейший конструктор сварочного оборудования. Его оригинальные сварочные аппараты почти полвека обеспечивали реализацию новейших технологий, его технические решения и идеи до сих пор развивают и используют при создании новой техники.

Родился Владимир Евгеньевич Патон в семье профессора Киевского политехнического института, выдающегося ученого (тогда еще только в области мостостроения) Евгения Оскаровича Патона и Натальи Викторовны Будде. Еще с детства Владимир увлекался техникой. Заканчивать высшее образование ему пришлось в первый год Великой Отечественной войны в Уральском индустриальном институте, а затем работать инженером-технологом на Новотажинском металлургическом заводе.

С 1943 г. вся трудовая жизнь В. Е. Патона была связана с Институтом электросварки, где он прошел путь от младшего научного сотрудника до руководителя комплекса отделов, создающих оборудование для сварки плавлением, заместителя начальника крупнейшего Опытного конструкторско-технологического бюро. С это времени по проектам В. Е. Патона можно судить о развитии дуговой сварки почти в течение полувека.

Работа Владимира Евгеньевича в области сварочного производства началась с совершенствования и конструирования новых головок для сварки узлов танков, во внедрении которых он участвовал. Война еще не закончилась, а Евгений Оскарович Патон уже поставил перед коллективом института задачу — создать и внедрить высокоэффективную аппаратуру и технологию сварки металлоконструкций, средств транспорта, шахтного оборудования и др. Это означало, что конструкторы должны были разработать мобильные универсальные аппараты для автоматической и полуавтоматической сварки, специализированные аппараты для сварки монтажных швов, пистолеты для сварки шпилек и постановки электрозаклепок, а также многое другое. Следует вспомнить, что условия, в которых в послевоенные годы приходилось советским специалистам создавать новую технику, были не лучше условий военного периода — экономические трудности, дефицит электроэнергии, металла и т. п. Когда в середине 50-х гг. ИЭС им. Е. О. Патона посетили первые специалисты из дальнего зарубежья, они с удивлением обнаружили, что в институте созданы невиданные аппараты и абсолютно новые виды сварки.

В 1947–48 гг. В. Е. Патон вместе с технологами впервые в мире спроектировал несколько систем для автоматической сварки под флюсом вертикальных швов, включающих перемещающиеся по стенке подающие механизмы и формирующие ползуны. Это открыло дорогу сварке под флюсом в монтажных условиях.

С 1948 г. автоматическую сварку вертикальных швов начали применять при строительстве домен, мостов. В 1953 г. был сдан в эксплуатацию цельносварной автодорожный мост через Днепр в Киеве, крупнейший на то время в Европе. Более 90% всех монтажных стыков были выполнены «вертикальными» автоматами. Нет необходимости говорить о том, насколько это ускорило и облегчило строительство.

Технические решения, найденные при создании аппаратов для сварки вертикальных швов, легли в основу оборудования для нового вида сварки — электрошлаковой, а вскоре и для электрошлаковых технологий. В. Е. Патон стал ведущим конструктором и в этой области техники. Следующей поставленной задачей, в решении которой участвовал Владимир Евгеньевич, было производство труб и строительство трубопроводов. Не получив предусмотренные по контракту с американскими фирмами оборудование и документацию, советские специалисты сами в кратчайшие сроки справились с этой задачей.

В ИЭС им. Е. О. Патона были созданы технология многодуговой скоростной сварки труб большого диаметра и специализированные тракторы для сварки кольцевых швов магистральных трубопроводов. В 1949 г. за участие в работах по коренному совершенствованию методов строитель-

ства магистральных трубопроводов конструктор сварочного оборудования В. Е. Патон был удостоен Сталинской премии.

В 1940-х гг. из работ, выполненных В. Е. Патонов, следует отметить не имевший аналогов в отечественной и зарубежной технике универсальный сварочный трактор ТС-17. По продолжительности и объему применения ему нет равных до сих пор. В различных модификациях трактор использовали для сварки конструкций из стали, алюминия, меди и ее сплавов, таких как корабли, цистерны, промышленные здания и др. Удачные конструктивные решения, найденные В. Е. Патонов, были учтены при проектировании оборудования нового поколения.

С начала 1950 г. В. Е. Патон занимается созданием оборудования для сварки в защитных газах, а затем для плазменно-дуговой и микроплазменной сварки. Это потребовало новых творческих поисков, решения вопросов конструкции электродных и сопловых узлов, компоновки сварочных горелок и плазмотронов. Владимир Евгеньевич увлекался поиском оптимальных вариантов, даже в тех случаях, когда аппараты работали безукоризненно и надежно. Известны его предложения по системам подачи проволоки через длинные шлангидержатели (тянущие, «тяги-толкай», через ось ротора, с помощью рабги и др.).

Большинство его работ завершалось крупномасштабным промышленным внедрением. Уникальные установки, разработанные по заказам оборонной промышленности, В. Е. Патон подвергал «конверсии» для использования в народном хозяйстве. Среди них — плазмотроны для сварки танков из высокопрочных алюминиевых сплавов, комплекс установок для механизированной микроплазменной сварки конструкций из тонколистового алюминия системы противоракетной обороны. Они нашли применение в судостроении, химической и электротехнической промышленности и ряде других отраслей.

В 1970–80 гг. В. Е. Патон занимается «освоением» новых металлов и ответственных сварных конструкций, создает наглядные защитные камеры для сварки изделий из титана, установки для изготовления криогенной техники и минитрактора для сварки сложных узлов кораблей и мостов, а также съемные головки для орбитальной сварки телевизионных башен.

Новый аппарат принимает самый строгий контролер (Е. О. Патон и В. Е. Патон)



Московский мост через Днепр и телевизионная вышка в Киеве — конструкции из высокопрочной стали, атомные реакторы, плакированные коррозионностойкой сталью, титановые корпуса и многие другие, часто уникальные конструкции, выполнены с применением аппаратов В. Е. Патона.

На долю Владимира Евгеньевича выпали ответственные поручения. Ему приходилось решать труднейшие конструкторские задачи, от которых зависела судьба технологий. Он одинаково ровно и спокойно работал с людьми разного ранга, характера и уровня знаний. С ним можно было спорить, и когда его решение оказывалось более удачным, никогда не вспоминал о разногласиях и чужих просчетах.

Как и всем, «пробивающим» новую технику, ему приходилось доказывать, демонстрировать, исправлять неизбежные и часто несобственные ошибки. Владимир Евгеньевич был для всех примером выдержки и бескомпромиссного подхода к решению конструкторских и организационных задач.

В последнее время при описании биографии различных деятелей для доказательства важности их работ принято ссылаться на награды и премии. Работа конструктора технологического оборудования — это важное и необходимое звено между учеными-исследователями и инженерами-технологами, практиками. Когда Владимир Евгеньевич выполнял свою конструкторскую часть быстро и качественно, когда тема уже окончательно закрывалась, на последнем внедренческом этапе его «забывали», нередко это случалось в связи с тем, что тема была «закрытой», и о награждении своих коллег-заказчиков в институте узнавали впоследствии, иногда даже случайно. Владимир Евгеньевич никогда не возмущался по этому поводу, он ограничивался комментарием: «Жаль, наши ребята тогда неплохо поработали».

Исследователей новых процессов, добывавших новые данные долгим «методом проб и ошибок» удивляло, как В. Е. Патон достаточно быстро находит соответствующие конструктивные решения, почти не глядя на теоретические выкладки. Однажды, когда аргонодуговые горелки уже работали, и все конструкторские проблемы были решены, я наткнулся на докторскую диссертацию, посвященную расчету и конструированию цанговых держателей. Правда, эти материалы касались металлорежущих станков, но я встретился с автором, профессором и попросил рассчитать наши цанги. Ответ был неутешительным — теория расчета не предусматривала работу цанг в условиях нагрева и дополнительного токоподвода, требовались дальнейшие исследования.

Я показал профессору несколько цанг, он был удивлен:

— Как Вы рассчитали? Думаю, что для горелок это самая совершенная конструк-

ция. — И еще больше удивился, узнав, что всю горелку, и цангу в том числе, создал конструктор сварочной аппаратуры.

— А почему я не встречал его трудов, какой теорией он пользовался?

«Владимиру Евгеньевичу заниматься теориями отдельных цанг некогда, — подумал я, — попробовали бы Вы в таком темпе как он проектировать целые станки». Но вслух сказал:

— Вся горелка проектировалась неделю, а на цангу Владимир Евгеньевич потратил несколько минут, сразу определил всю геометрию, в очередной раз успешно воспользовавшись своей инженерной интуицией.

— Вот это да! Конструктор от Бога.

Как-то после успешного испытания установки для сварки ответственных изделий в неформальной обстановке я спросил Владимира Евгеньевича о том, как ему удается находить оптимальные решения, почти не раздумывая?

— Над этим я никогда не задумывался. Меня никто не хвалил за это, я и не знал, что работаю быстро, — отшутился Владимир Евгеньевич.

— Может быть, и не хвалили, но уж ругали — это точно?

— За что?

— За то, что мгновенно находите ошибки.

— Но я же не могу пропускать погрешности своих ребят. Сразу же видно.

— А как получалось, что Вы, почти не глядя на чертеж совсем не нашего приспособления, причем, как обычно, секретного проекта, сразу предложили другую форму рычагов?

— Я как бы вижу механизм изнутри, нахожусь на его месте, и понимаю, что и где не так расположено. Конечно, ответственные нагруженные детали нужно рассчитывать и проверять на прочность. Проблем нет. Механика — наука старая и строгая, да и отец был специалистом, под его руководством мы легко овладели методикой. Вы знаете, что Евгений Оскарович прошел две школы — немецкую и питерскую?

— Конечно. Знаю больше — он сам создатель новых методов расчета и собственной школы мостостроения.

— А Вы знаете, как он конструировал пульт? — улыбнулся Владимир Евгеньевич.

— Наверное, рассчитал как-то. Какие-то механические усилия? — ответил я неуверенно.

— Речь идет о наших тракторах, где пульт из шести кнопок — совсем простая штука. Чего там рассчитывать? А споткнулся я как ни странно на размерах кнопок, тех самых, что нажимают пальцем. Решил изучить опыт станкостроителей. Осмотрел кнопки на сверлилках и прочих станках. Кнопки разные: выпуклые, вогнутые, большие и маленькие. Выпуклые я откинул сразу, их можно случайно зацепить. А вот над

размером углубленных задумался: «Хорошо бы поменьше сделать их, так как маленький пульт легко вписать в конструкцию, трактор будет красивее». А с другой точки зрения — перепутать маленькие кнопки очень легко, да и нажимать трудно. Казалось бы, задача простая, но нет критериев оценки. Советуюсь с коллегами. А тут как раз Евгений Оскарович подошел, просто чувствовал он когда заминка в работе. Не успели мы рассказать о наших изысканиях, как он и говорит: «Позовите Стебловского». Был у нас такой классный сварщик крупного телосложения. Пришел Антон Моисеевич, и ему Евгений Оскарович говорит: «Поставьте, пожалуйста, большой палец на эту бумагу». Обвел его палец карандашом, посмотрел на нас усмехаясь, ничего больше не сказал и ушел. Доходчиво дал понять, что не всегда нужно лезть в теорию и систематизировать чужой опыт. Пульт ведь пальцем нажимать сварщику.

Владимир Евгеньевич Патон вырастил несколько десятков опытейших конструкторов, передавая опыт разработки сварочного оборудования различного назначения и различных аппаратов. Многие молодые специалисты получили из его рук путевку в жизнь — дипломы инженеров, подписанные В. Е. Патонем, председателем Государственной квалификационной комиссии Киевского политехнического института. Чрезвычайно занятый проектированием и административной работой он не успел обобщить накопленный опыт, изложенный в 50 научных работах, а без Владимира Евгеньевича наш небольшой авторский коллектив конструкторов и технологов не смог продолжить подготовку книги.

Творческая деятельность В. Е. Патона еще раз показала органическую неразрывную связь между наукой и созданием оригинальной аппаратуры и оборудования.

В 1972 г. В. Е. Патону была присуждена Государственная премия УССР, а в 1983 г. он становится лауреатом премии Совета Министров СССР, в 1982 г. получает звание «Заслуженный изобретатель УССР», награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Знак почета».

В. Е. Патон активно вел общественную работу. С момента создания Координационного совета по сварке в СССР он входил в его состав, участвовал в работе секций и комиссий, а также Научного совета ГКНТ СССР по проблеме «Новые процессы сварки и сварные конструкции».

Владимир Евгеньевич оставил хорошую память и в коллективе Украинского общества охотников и рыболовов, где он был избран почетным членом. Многие годы он участвовал в работе Президиума Республиканского совета кинологов.

Владимир Евгеньевич был женат, жена Тамара Семеновна — журналист, дочь Наталья закончила Институт физкультуры.

## К 75-летию И. К. Походни



**24 января 2002 г. Игорю Константиновичу Походне, доктору технических наук, профессору, академику Национальной академии наук Украины исполнилось 75 лет.**

После окончания в 1949 г. Киевского политехнического института Игорь Константинович работал на Донецком машиностроительном заводе и преподавал в Донецком политехническом институте. С 1952 г. его деятельность неразрывно связана с Институтом электросварки им. Е. О. Патона. В окружении легендарных соратников основателя ИЭС — Евгения Оскаровича Патона — сформировались замечательные качества Игоря Константиновича Походни как научного сотрудника патоновской школы.

С 1958 г. И. К. Походня возглавил лабораторию, а затем отдел физико-химических процессов в сварочной дуге. Он создал пользующуюся мировой известностью научную школу в области металлургии и технологии сварки, внес большой вклад в развитие важнейших разделов теории дуговой сварки, в

создание наукоемких технологий и прогрессивных сварочных материалов. Фундаментальные исследования стали научной базой создания новых прогрессивных сварочных материалов — электродов, порошковых проволок, агломерированных флюсов. Под его научным руководством были созданы высококомпьютеризированные производства сварочных материалов в России, Украине и Беларуси. Разработанные сварочные материалы и по сей день успешно применяются на тысячах предприятий СНГ.

На протяжении многих лет И. К. Походня проводит большую научно-организационную работу в Национальной академии наук Украины как ее главный ученый секретарь (1970–1983 гг.), вице-президент (1983–1988 гг.), член Президиума и академик-секретарь отделения физико-технических проблем материаловедения (с 1988 г.). Он внес большой вклад в развитие науки в Украине и утверждение ее международного авторитета.

Заслуги И. К. Походни отмечены высокими государственными наградами.

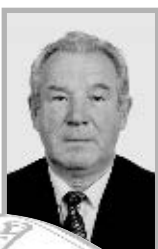
Он является лауреатом Государственных премий СССР в области науки и техники, премии Совета Министров СССР, Премии им. Е. О. Патона и заслуженным деятелем науки и техники.

Несмотря на то, что отечественная наука переживает трудные времена, в отделе, который в течение многих лет возглавляет И. К. Походня, успешно и результативно трудятся молодые специалисты, практикуются студенты вузов, проводят исследования аспиранты. Сплав молодости и опыта «аксакалов» совершенствуется и эффективно служит Родине. В этой связи времен и поколений — залог будущего возрождения и расцвета сварочной науки и техники в Украине.

**Сердечно поздравляем Вас с семидесятипятилетием. Желаем крепкого здоровья, счастья, успехов и благополучия Вам и Вашей семье.**

*Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик»*

## К 60-летию Д. Ю. Матико



**Исполнилось 60 лет известному в Украине и странах СНГ специалисту в области сварочной техники, директору ОАО «Ильницкий завод механического сварочного оборудования» Дмитрию Юрьевичу Матико.**

Свою трудовую деятельность Дмитрий Юрьевич начал в 1965 г. на Новокраматорском машиностроительном заводе, где работал слесарем, а затем инженером-конструктором. В 1969 г. после окончания Краматорского индустриального института по специальности «электропривод» свою жизнь Дмитрий Юрьевич неразрывно связал с Ильницким заводом механического сварочного оборудования.

Здесь он начал свой трудовой путь мастером и уже в течение 12 лет является директором завода — председателем правления ОАО «Ильницкий завод механического сварочного оборудования».

Даже в нынешней сложной экономической ситуации завод под руководством Д. Ю. Матико вносит большой вклад в дело сохранения и поддержания высокого технического уровня сварочного производства, обеспечивая его такой необходимой продукцией, как современные горелки для механизированной сварки, сварочные колонны и вращатели и другое механическое оборудование. Продукция завода успешно используется при создании комплексных меха-

низированных и автоматизированных рабочих мест.

Опытный и умелый руководитель Дмитрий Юрьевич большое внимание уделяет изучению рынка сварочной техники и расширению сотрудничества с промышленными предприятиями как Украины, так и ближнего зарубежья.

**Сердечно поздравляем Вас, Дмитрий Юрьевич, с юбилеем. Желаем Вам крепкого здоровья, счастья и новых трудовых достижений.**

*Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик»*

**ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ**

### Російсько-український словник зварювальної термінології. Українсько-російський словник зварювальної термінології

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

У словнику представлені найуживаніші сучасні терміни зі зварювання та споріднених технологій російською мовою та їх українські відповідники.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників, аспірантів, студентів, перекладачів та фахівців інформаційних служб.

РУССКО-УКРАИНСКИЙ  
СЛОВАРЬ СВАРОЧНОЙ  
ТЕРМИНОЛОГИИ

УКРАИНСКО-РУССКИЙ  
СЛОВАРЬ СВАРОЧНОЙ  
ТЕРМИНОЛОГИИ

### Сварочное производство Украины-2000

Справочник. — К.: *Екотехнологія, 2001.*

Представлены названия, адреса, сферы деятельности предприятий и организаций, производящих и поставляющих продукцию для сварочного производства Украины, а также информация о научно-исследовательских, проектно-конструкторских институтах, учебных организациях всех уровней, занимающихся подготовкой и переподготовкой специалистов для сварочного производства, органах сертификации и стандартизации и т. п.

В справочник включены информационные материалы, которые могут потребоваться специалистам сварочного производства в их повседневной деятельности.



### Вибрационная обработка сварных конструкций

**Г. И. Лашенко.** — К.: *Экотехнологія, 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.: *Экотехнологія, 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.



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

## Уважаемые читатели!

Позвольте от имени коллектива редакции поблагодарить Вас за доверие и внимание к нашему журналу, которое Вы оказали, оформив подписку на 2002 год. Мы с удовольствием делимся с Вами самой радостной новостью, какая только может быть у создателей периодического издания — число подписчиков журнала «Сварщик» в текущем году увеличилось почти в полтора раза, значительно расширилась их география. Это мощный стимул для нас работать лучше, делать наш с Вами журнал еще более содержательным, полезным, интересным и ярким.

Мы по-прежнему открыты для разностороннего сотрудничества. Нам одинаково дороги Ваши письма как с теплыми словами благодарности в наш адрес, так и с критическими замечаниями. Мы ждем информации об опыте Вашей работы, о новых приемах сварки, о новых возможностях, которые открывает сварка и родственные технологии в изготовлении и ремонте конструкций, узлов и деталей промышленного и повседневного назначения. Призываем Вас воспринимать «Сварщик» не только как профессиональное издание, но и как демократичный печатный орган сообщества людей, объединенных любимым делом. Давайте общаться больше!



И еще одна приятная новость. Как было обещано, все читатели нашего журнала, оформившие годовую подписку, получают в подарок изданную нами книгу молодого художника-кариатуриста Дмитрия Котлярова «Сварка — дело серьезное».

**Как получить подарок, Вы узнаете, позвонив нам по тел./факсу: (044) 227-6502.**

Надеемся, Вы с нами также поделитесь какой-нибудь интересной информацией. С нетерпением будем ждать Ваши истории, рисунки, фотографии, стихи, шутки на сварочную тематику.

Искренне Ваш,  
«Сварщик»

