



4 (32) 2003

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

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

**Издатель:** ГВП «Экотехнология»

**Издание журнала поддерживают:**



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»  
Журнал издается при содействии UNIDO

**Главный редактор** К. А. Ющенко

**Зам. главного редактора** Б. В. Юрлов

**Редакционная коллегия:** В. В. Андреев, В. Н. Бернадский, Ю. К. Бондаренко, Л. Н. Горбань, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев, А. М. Сливинский

**Редакционный совет:** В. Г. Фартушный (председатель), Н. М. Кононов, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин, А. Д. Размышляев, А. В. Щербак

**Редакция:** Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина, В. Ю. Демченко, Н. В. Кильчевский

**Маркетинг и реклама** Е. Б. Юрлов

**Верстка** Т. Д. Пашигорова, А. Е. Рублева

**Адрес редакции** 03150 Киев, ул. Горького, 62

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

**Факс** +380 (44) 227-6502

**E-mail** welder@svitonline.com

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

**Представительство в Беларуси** Минск  
Вячеслав Дмитриевич Сиваков  
+375 (17) 213-1991, 246-4245

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

**Представительство в Прибалтике** Вильнюс  
Александр Шахов  
+370 (2) 47-4301  
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 08.08.2003. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная №1.

Гарнитура PetersburgCTT. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.

Зак. № 08/08 от 08 августа 2003 г. Тираж 3000 экз.

Печать ООО «Людопринт Украина», 2003.

01023 Киев, ул. Ш. Руставели, 39-41, к. 1012-1014.

Тел. (044) 220-0879, 227-4280.

© «Экотехнология», «Сварщик», 2003

# Информационно-технический журнал Сварщик™

Технологии  
Производство  
Сервис



## СОДЕРЖАНИЕ

### Новости техники и технологии . . . . . 3

#### «Сварщик» на Урале

- Совершенствование метода прогноза структуры матрицы износостойких наплавочных сплавов. *Н. В. Королев, А. М. Фивейский, О. В. Пименова, А. В. Матушкин* . . . . . 6
- Наплавка в ГУП ПО «Уралвагонзавод». *А. В. Масалков* . . . . . 7
- Разработка технологии восстановления рабочих лопаток КВД авиационного двигателя ПС-90А методом автоматической наплавки. *А. Н. Аржакин, И. И. Столяров, А. В. Туров* . . . . . 8
- Оборудование для производства порошковой проволоки. *А. В. Березовский, А. Н. Балли, А. А. Вишневский* . . . . . 9

#### Заготовительное производство

- Обеспечение точности изготовления сварных конструкций. *Г. И. Лашенко* . . . . . 10
- Выбор оборудования и способа резки металлов. *М. М. Лилько, В. Д. Кодра* . . . . . 12
- Кислородно-флюсовая резка. Область применения. *В. А. Сергиенко* . 16

#### Технологии и оборудование

- Технологические характеристики покрытых электродов для дуговой сварки высоколегированных сталей и сплавов. *К. А. Ющенко, Ю. Н. Каховский, Г. В. Фадеева, В. И. Самойленко, А. В. Булат* . . . . . 22
- Технология газодинамического нанесения металлических покрытий. Часть 1. Процесс формирования покрытия. *О. Ф. Клюев, А. И. Каширин, А. В. Шкоджин* . . . . . 25
- Дугоконтактная сварка тавровых соединений строительных конструкций. *Д. М. Каленко* . . . . . 28
- Универсальный малогабаритный сварочный аппарат «БЛИЦ» для точечной сварки. . . . . 32

#### Наши консультации . . . . . 33

#### Сертификация и качество

- Качество и безопасность — необходимые условия сварочного производства. *Ю. К. Бондаренко, А. В. Ярцев* . . . . . 34
- Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.08.2003). *Н. А. Проценко* . . . . . 36
- Производители оборудования и сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Харьковским ГЦСМС (по состоянию на 01.08.2003). *О. А. Чистяков* . . . . . 38
- Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Днепропетровским ГЦСМС (по состоянию на 01.08.2003). *С. В. Лысенко* . . . . . 39

#### Экономика сварочного производства

- Стоимостная оценка основных фондов предприятия. *Н. Н. Бондарь* . 40

#### Охрана труда

- Низковольтный фильтровентиляционный агрегат «ТЕМП-НТ-М». *О. Г. Левченко, Н. Ю. Агасьян* . . . . . 43

- «TermoLab» и «TermoPro» — торговые марки ведущего производителя промышленного термооборудования в Украине. *Ю. В. Грибок* . 45



2003

июль-август

<b>Новини техніки і технології</b> .....	<b>3</b>
<b>«Зварник» на Уралі</b>	
○ Удосконалювання методу прогнозу структури матриці зносостійких наплавлювальних сплавів. <i>Н. В. Корольов, А. М. Фівейський, О. В. Пліменова, А. В. Матушкін</i> .....	<b>6</b>
○ Наплавлення в ДУП ВО «Уралвагонзавод». <i>А. В. Масалков</i> .....	<b>7</b>
○ Розробка технології відновлення робочих лопаток КВД авіаційного двигуна ПС–90А методом автоматичного наплавлення. <i>А. Н. Аржакін, І. І. Столярів, А. В. Туров</i> .....	<b>8</b>
○ Устаткування для виробництва порошкового дроту. <i>А. В. Березовський, А. Н. Балін, А. А. Вишневський</i> .....	<b>9</b>
<b>Заготівельне виробництво</b>	
○ Забезпечення точності виготовлення зварних конструкцій. <i>Г. І. Лашченко</i> ..	<b>10</b>
○ Вибір устаткування і способу різання металів. <i>М. М. Лілько, В. Д. Кодра</i> ..	<b>12</b>
○ Киснево-флюсове різання. Область застосування. <i>В. А. Сергієнко</i> ..	<b>16</b>
<b>Технології і устаткування</b>	
○ Технологічні характеристики покритих електродів для дугового зварювання високолегованих сталей і сплавів. <i>К. А. Ющенко, Ю. Н. Каховський, Г. В. Фадєєва, В. І. Самоїленко, А. В. Булат</i> ..	<b>22</b>
○ Технологія газодинамічного нанесення металевих покриттів. Част. 1. Процес формування покриття. <i>О. Ф. Клюєв, А. І. Каширін, А. В. Шкодкін</i> ..	<b>25</b>
○ Дугоконтактне зварювання таврових з'єднань будівельних конструкцій. <i>Д. М. Калеко</i> ..	<b>28</b>
○ Універсальний малогабаритний зварювальний апарат «БЛІЦ» для точкового зварювання. ....	<b>32</b>
<b>Наші консультації</b> .....	<b>33</b>
<b>Сертифікація і якість</b>	
○ Якість і безпека — необхідні умови зварювального виробництва. <i>Ю. К. Бондаренко, А. В. Ярцев</i> ..	<b>34</b>
○ Виробники зварювальних матеріалів, що мають сертифікат відповідності в системі УКРСЕПРО, виданий НТЦ «СЕПРОЗ» (за станом на 01.08.2003). <i>Н. А. Проценко</i> ..	<b>36</b>
○ Виробники устаткування і зварювальних матеріалів, що мають сертифікат відповідності в системі УКРСЕПРО, виданий Харківським ГЦСМС (за станом на 01.08.2003). <i>О. А. Чистяков</i> ..	<b>38</b>
○ Виробники зварювальних матеріалів, що мають сертифікат відповідності в системі УКРСЕПРО, виданий Дніпропетровським ГЦСМС (за станом на 01.08.2003). <i>С. В. Лисенко</i> ..	<b>39</b>
<b>Економіка зварювального виробництва</b>	
○ Вартісна оцінка основних фондів підприємства. <i>Н. Н. Бондар</i> ..	<b>40</b>
<b>Охорона праці</b>	
○ Низьковольтний фільтровентиляційний агрегат «ТЕМП–НТ–М». <i>О. Г. Левченко, Н. Ю. Агас'ян</i> ..	<b>43</b>
● «TermoLab» і «TermoPro» — торговельні марки ведучого виробника промислового термоустаткування в Україні. <i>Ю. В. Грибок</i> ..	<b>45</b>
<b>CONTENTS</b>	
<b>News of technique and technologies</b> .....	<b>3</b>
<b>«Welder» at Ural</b>	
○ Development of a calculation method of a matrix structure prognosis of wearproof cladding alloys. <i>N. V. Korolyov, A. M. Fivayskiy, O. V. Pimenova, A. V. Matushkin</i> ..	<b>6</b>
○ Cladding at GUP PO «Uralvagonzavod». <i>A. V. Masalkov</i> ..	<b>7</b>
○ Development of renovation technology for high-pressure compressor working blades of the air engine PS–90A by a method of automatic cladding. <i>A. N. Arzhakin, I. I. Stolyarov, A. D. Turov</i> ..	<b>8</b>
○ The equipment for production of a flux cored wire. <i>A. V. Berezovskiy, A. N. Balin, A. A. Vishnevskiy</i> ..	<b>9</b>
<b>Preparation production</b>	
○ Accuracy providing of production of welding constructions. <i>G. I. Lashchenko</i> ..	<b>10</b>
○ Choice of equipment and cutting methods of metals. <i>M. M. Lil'ko, V. D. Kodra</i> ..	<b>12</b>
○ Flux injection cutting. Application area. <i>V. A. Sergienko</i> ..	<b>16</b>
<b>Technologies and Equipment</b>	
○ Technological characteristics of the covered electrodes for arc welding of high-alloy steels. <i>K. A. Yushchenko, Yu. N. Kakhovskiy, G. V. Fadeyeva, V. I. Samoylenko, A. V. Bulat</i> ..	<b>22</b>
○ Technology of gas-dynamic metal covering. Part 1. Process of covering formation. <i>O. F. Kluyev, A. I. Kashirin, A. V. Shkodkin</i> ..	<b>25</b>
○ Arc-contact welding of T-joints of building constructions. <i>D. M. Kaleko</i> ..	<b>28</b>
○ The universal small-sized welding device «BLIZ» for dot welding ..	<b>32</b>
<b>Our consultations</b> .....	<b>33</b>
<b>Certification and quality</b>	
○ Quality and safety are the necessary conditions of welding production. <i>Yu. K. Bondarenko, A. V. Yartsev</i> ..	<b>34</b>
○ Producers of welding materials having certificate of correspondence in system UkrSEPRO, given by NTC «SEPROZ» (as on 01.08.2003). <i>N. A. Protsenko</i> ..	<b>36</b>
○ Producers of welding materials and equipment having certificate of correspondence in system UkrSEPRO, given by Kharkov GCSMS (as on 01.08.2003). <i>O. A. Chistyakov</i> ..	<b>38</b>
○ Producers of welding materials having certificate of correspondence in system UkrSEPRO, given by Dnepropetrovsk GCSMS (as on 01.08.2003). <i>S. V. Lysenko</i> ..	<b>39</b>
<b>Economy of welding production</b>	
○ Estimation of cost of a fixed capital of the enterprise. <i>N. N. Bondar</i> ..	<b>40</b>
<b>Labor protection</b>	
○ Low voltage filter/ventilation aggregate «TEMP–NT–M». <i>O. G. Levchenko, N. Yu. Agas'an</i> ..	<b>43</b>
● «TermoLab» and «TermoPro» — leading producer's trade marks of industrial thermal equipment in Ukraine. <i>Yu. V. Gribov</i> ..	<b>45</b>

**Засновники:**Інститут електрозварювання  
ім. Є. О. Патона НАН України,  
Державне впровадженнє  
підприємство «Екотехнологія»**Видавець:**

ДВП «Екотехнологія»

**Видання журналу підтримують:**Товариство зварників України,  
Національний технічний університет  
України «КПІ»Журнал видається за сприяння  
UNIDO**Головний редактор**

К. А. Ющенко

**Заст. головного редактора**

Б. В. Юрлов

**Редакційна колегія:**В. В. Андрєєв, В. М. Бернадський,  
Ю. К. Бондаренко, Л. М. Горбань,  
Ю. В. Демченко, В. М. Ілющенко,  
А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко,  
П. П. Проценко, І. О. Рябцев,  
А. М. Сливинський**Редакційна рада:**В. Г. Фартушний (председатель),  
М. М. Кононов, П. О. Косенко,  
М. О. Лактіонов, Я. І. Мікітін,  
Г. В. Павленко, В. М. Проскурдін,  
О. Д. Розмишляєв, О. В. Щербак**Редакція:**Т. М. Мішина, Г. Л. Берзіна,  
В. Ю. Демченко, М. В. Кільчевський**Маркетинг і реклама**

Є. Б. Юрлов

**Верстка**

Т. Д. Пашгорово, А. Є. Рубльова

**Адреса редакції**

03150 Київ, вул. Горького, 62

**Телефон****+380 (44) 268–3523, 227–6502****Факс****+380 (44) 227–6502****E-mail**

welder@svitonline.com

**URL**<http://www.et.ua/welder/>**Представництво  
в Білорусі**Мінськ  
Вячеслав Дмитрович Сиваков  
+375 (17) 213–1991, 246–4245**Представництво  
в Росії**Москва  
Олександр Миколайович Тимчук  
+7 (095) 291–7733 (т./ф.)  
e-mail: welder@sovintel.ru  
www.welder.ru  
ТОВ «АНТ «Інтеграція»**Представництво  
в Прибалтиці**Вільнюс  
Олександр Шахов  
+370 (2) 47–4301  
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 зазначен-  
ням адреси, телефону. Редакція зберігає за собою право ре-  
дагувати 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 08.08.2003. Формат 60×84 1/8.  
Офсетний друк. Папір офсетний №1. Гарнітура  
PetersburgCTT. Ум. друк. арк. 5,0. Обл.-вид. арк. 5,2.  
Зам. № 08/08 від 08 серпня 2003 р. Тираж 3000 прим.  
Друк ТОВ «Людопринт Україна», 2003.  
01023 Київ, вул. Ш. Руставелі, 39–41, к. 1012–1014.  
Тел. (044) 220–0879, 227–4280.

© «Екотехнологія», «Сварщик», 2003



## Автомат АД 381 для электрошлаковой сварки с принудительным формированием вертикальных стыков

Предназначен для однопроходной сварки двумя или одним электродом с принудительным двухсторонним формированием шва способом ЭШС или другими способами как с принудительным, так и со свободным формированием стыковых соединений листовых конструкций толщиной 20–100 мм.

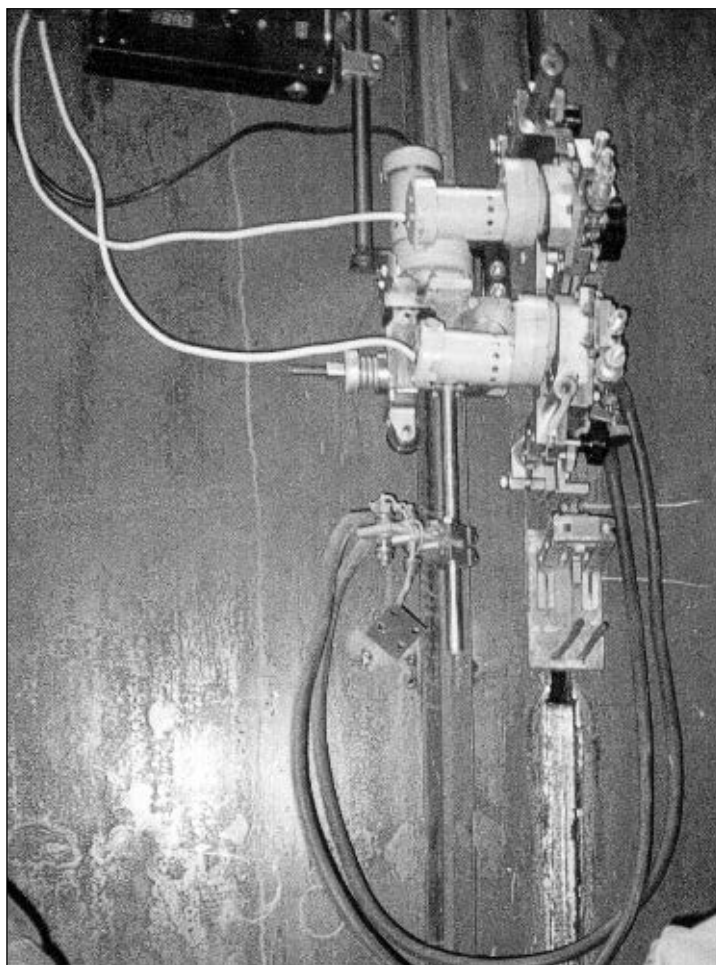
Для монтажной сварки направляющим рельсом служит прокатный стальной уголок сечением 50×50 мм, закрепляемый параллельно стыку на поверхности свариваемой конструкции с помощью опорных V-образных призм с прорезью для проушины, которые прихватывают сваркой к поверхности изделия.

Для сварки в цехе направляющий уголок 50×50 мм приваривают к вертикальной стойке, сваренной из двух швеллеров.

Автомат может быть быстро разобран на четыре части, доставлен на монтажную площадку и там собран с помощью ключа-трещотки без применения дополнительных инструментов.

### Техническая характеристика:

Номинальное напряжение питающей сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, В	380
Толщина свариваемого металла, мм	20–100
Количество электродов, шт.	1–2
Диаметр электродов, мм	2–3
Сила сварочного тока на каждый электрод при ПВ=100%, А, не более	1000
Скорость подачи электрода, м/ч	120–700
Скорость перемещения автомата, м/ч	2–6
Корректировка концов электродов, мм:	
вдоль разделки	±20
поперек разделки	±10
Количество формирующих водоохлаждаемых ползунов, шт.	2
Превышение кромок свариваемых листов, мм, не более	2
Ширина щелевой разделки, мм	24±6
Габаритные размеры, мм, не более	670×410×600
Масса автомата без флюса, кг, не более	60



Разделка стыка прямая для сварки с двумя формирующими ползунами или V-образная — для сварки с одним формирующим ползуном. Для сварки с одним ползуном автомат комплектуют специальной подвеской по отдельному заказу.

Автомат состоит из следующих основных узлов:

- ходового механизма;
- двух изолированных друг от друга сварочных головок с мундштуками и отдельными механизмами подачи;
- блока управления;
- подвески с ползунами;
- устройства «Спрей» для охлаждения сварного шва;
- двух катушек для электродной проволоки, размещаемых не далее чем в 3 м от автомата;
- двух источников сварочного тока, поставляемых по отдельному заказу.

● #346

**В. Д. Ковалев,**  
ИЭС им. Е. О. Патона  
НАН Украины

## Источник питания для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом с автоматической стабилизацией энергетических параметров

Предназначен для механизированной, автоматической и роботизированной импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом (ИДСПЭ) изделий из сплавов на основе алюминия, титана, меди в аргоне, гелии и их смесях; малоуглеродистых, низко-, средне- и высоколегированных сталей в аргоне и смесях  $Ag+CO_2$ ;  $Ag+CO_2+O_2$ .

Серийные источники питания типа ИУП-1, ВДГИ-302 имеют ограниченные возможности регулировки параметров импульсов, особенно по частоте их следования. Появившиеся на рынке инверторные источники питания часто не учитывают воздействия производственных возмущений на технологию сварки. Они имеют высокую стоимость и сложны при наладке.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработан источник для ИДСПЭ с новой запатентованной формой импульсов тока и системами стабилизации средних значений силы сварочного тока и напряжения на дуге при действии производственных возмущений (колебаний вылета, напряжения питающей сети, превышения кромок, наезда на прихватки, изменения зазоров). Он позволяет плавно и независимо регулировать такие параметры процесса ИДСПЭ, как длительность, амплитуду, частоту следования импульсов тока, средние значения сварочного тока и напряжения на дуге, а также целенаправленно программировать процессы расплавления и переноса капли электродного металла с оптимальными значениями их массы (диаметра, поверхности) и температуры. В результате достигается хорошая микроструктура металла шва и ЗТВ, повышение механических свойств сварных соединений.

В источнике предусмотрена также возможность программного управления работой и параметрами сварки от внешних программирующих устройств со стандартным выходом от 0 до 10 В, что позволяет применять источник

в системах синергетического программного управления, например, при сварке неповоротных стыков трубопроводов и сварке в роботизированных комплексах. Параметры режима сварки контролируют с помощью стрелочных приборов и по цифровым световым индикаторам.

### Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, В . . . 380  
Средняя сила сварочного тока, А:

минимальная . . . . . 50

максимальная при ПВ=60%

и 10-минутном цикле . . . . . 400

максимальная при ПВ=100% . . . . . 315

Среднее значение напряжения на дуге, В:

минимальное . . . . . 16

максимальное . . . . . 40

Частота следования импульсов,

плавно регулируемая, Гц . . . . . 30–300

Длительность импульсов, плавно

регулируемая, с . . . . .  $(1,5-5) \cdot 10^{-3}$

Амплитуда импульсов тока,

плавно регулируемая, А . . . . . 400–800

Диаметры сварочных проволок, мм:

при сварке алюминиевых,

титановых, медных сплавов . . . 1,0–2,5

при сварке сталей . . . . . 0,8–2,0

Стабилизация по напряжению на дуге или

по силе сварочного тока, % от заданного,

при действии возмущений (вылет элект-

родной проволоки в пределах 15–30 мм,

колебания питающей сети  $\pm 10\%$ ), % . . .  $\pm 1,5$

Масса, кг, не более . . . . . 400

**П. П. Шейко, к. т. н., В. М. Павшук, А. М. Жерносеков, Ю. О. Шимановский, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины ● #347**

## Технология и оборудование для сварки плавящимся электродом с программируемым изменением газовой защиты и модуляцией сварочного тока

Технологический комплекс для автоматической и механизированной дуговой сварки плавящимся электродом включает специализированный источник питания, блок модуляции вида защитных газов (аргон, углекислый газ и газовые смеси) и устройство синхронизации рода сварочного тока с видом защитного газа, например, Аг — импульсный ток,  $CO_2$  — постоянный ток. Данный комплекс позволяет сваривать соединения из различных марок сталей малых, средних и больших толщин. Основные преимущества новой технологии перед традиционными (сварка в  $CO_2$ , смесях на основе Аг, импульсно-дуговая сварка в смеси  $Ag+CO_2$ ):

- повышение на 30% механических свойств, в частности ударной вязкости, при отрицательных температурах;

- уменьшение в 2,5–3 раза расхода аргона;
- улучшение товарного вида сварных швов;
- возможность управления глубиной и формой провара;
- уменьшение на 30% разбрызгивания;
- возможность качественной сварки на весу тонколистового металла.

### Техническая характеристика:

Напряжение трехфазной питающей сети, В . . . . . 380

Диапазон регулирования силы сварочного тока, А . . . . . 50–500

Диапазон регулирования рабочего напряжения, В . . . . . 16–40

Длительность открытия пневмоклапанов, с . . . . .  $(50-500) \cdot 10^{-3}$

**П. П. Шейко, к. т. н., А. М. Жерносеков, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины ● #348**

## Технология микродугового оксидирования

К алюминию и сплавам на его основе постоянно проявляют большой интерес, обусловленный их малым удельным весом, высокой удельной прочностью, удовлетворительной коррозионной стойкостью, хорошей способностью к формоизменению, высокой тепло- и электропроводностью. Вместе с тем эти материалы имеют низкую поверхностную твердость и невысокий модуль упругости, что значительно ограничивает область их практического применения.

Технология микродугового оксидирования (МДО) позволяет формировать на поверхности изделий керамические слои (покрытия) с кристаллической и аморфной структурой широкого функционального назначения. Полученные покрытия характеризуются рядом уникальных свойств:

- твердость до 2500 HV (в 4,5 раза больше твердости закаленной стали);
- износостойкость в 2–2,5 раза выше аналогичного показателя закаленной стали;
- модуль упругости повышается до 15%;
- высокие антипригарные, антикоррозионные и диэлектрические свойства (пробойное напряжение до 4 кВ/мм);
- низкая теплопроводность;
- хорошие декоративные свойства.

На ОАО «Маяк» и НПП «МедИнж» с помощью микродугового оксидирования восстанавливали антипригарное покрытие на ножах, установленных на автоматических упаковочных линиях. Это позволило

увеличить срок службы покрытия в 15 раз по сравнению с тефлоновым покрытием. Кроме этого, были обработаны изделия для пищевой промышленности (сковороды, кастрюли, формы для выпечки), в результате чего в значительной степени увеличивались антипригарные свойства, а полученная износостойкость позволила применять для чистки изделий металлические щетки. Покрытия являются экологически безвредными, что подтверждено заключением медицинской экспертизы.

Изоляторы, изготовленные из алюминиевого сплава и обработанные по технологии МДО, в отличие от традиционных (керамических) обладают способностью выдерживать ударные нагрузки, не склонны к трещинообразованию.

Применяя МДО в электродвигателях, обмотки которых изготовлены из алюминиевой проволоки, традиционные изолирующие тканевые или бумажные оболочки можно заменить покрытием с высокими диэлектрическими характеристиками. Нанесение диэлектрического покрытия на алюминиевую шину обмотки трансформатора позволило заменить масляные трансформаторы на «сухие», что, в свою очередь, расширило диапазон их работы и увеличило надежность изделия.

Для стоматологических поликлиник Пензы была обработана партия (115 тыс. шт.) зубопротезных наконечников, которые в процессе эксплуатации подвергают стерилизации. Изделия из алюминиевых сплавов с предварительно нанесенным покрытием стали рентгенопрозрачными и биоинертными, что дало возможность использовать их вместо изделий из титана.

Удовлетворительная коррозионная стойкость получаемых покрытий позволяет заменять керамическую технологию для агрессивных сред на технологию МДО при производстве узлов и деталей запорной гидроаппаратуры. Это значительно упрощает процесс изготовления деталей, увеличивает их надежность и срок эксплуатации. ● #349

*Атрощенко Э. С., Розен А. Е., Казанцев И. А., Пензенский государственный университет (Пенза)*

## Тонкопленочный датчик давления

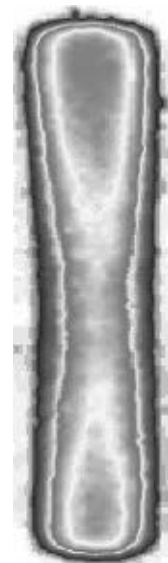
Тонкопленочный тактильный датчик TPSF предназначен для оценки величины и распределения давления между двумя контактирующими или взаимодействующими поверхностями. Датчик изготовлен из чувствительной пленки Pressurex® в форме большого тонкого листа, по виду напоминающего обычный лист бумаги. Пленка под воздействием давления мгновенно и непрерывно меняет цвет. Насыщенность цвета пропорциональна приложенному усилию. Точное значение давления определяют, сравнивая цвет пленки с эталонной цветной диаграммой или используя одну из систем изображений, входящих в комплект поставки. При максимальном разме-

ре датчика около 0,4 мм чувствительная пленка обладает более высокой стойкостью к агрессивным средам по сравнению со стойкостью традиционных тензодатчиков.

Датчик эффективен при выявлении неоднородностей и слабых мест в сопряжении консоли при ультразвуковой сварке, каналов и неровностей стыкуемых поверхностей перед сваркой. Его можно использовать для проверки и регистрации распределения давления при настройке оборудования, профилактическом техобслуживании, при переходе на выпуск новой продукции.

На снимке показан плохой контакт с поверхностью головки для высокочастотной сварки, выявленный указанным датчиком.

*Sensor Products, Inc., Ист Хановер, Нью-Джерси (США) ● #350*





# Совершенствование метода прогноза структуры матрицы износостойких наплавочных сплавов

Н. В. Королев, А. М. Фивейский, О. В. Пименова, А. В. Матушкин,  
Уральский государственный технический университет (Екатеринбург)

Известно, что износостойкость многофазного наплавочного металла во многом определяется структурой его матрицы. Существует метод прогноза структуры износостойких сплавов.

Опыт применения метода, предложенного в работе Королев Н. В., Пименова О. В., Бороненков В. Н. Метод расчетного определения фазового состава и структуры износостойких наплавочных сплавов (Сварочное производство. — 2002. — № 4. — С. 11–16), для практических расчетов показал, что он не всегда обеспечивает требуемый уровень сходимости расчетных и экспериментальных данных, особенно для высокомарганцовистых аустенито-мартенситных сплавов, а также в области диффузионного и промежуточного превращений аустенита. В ряде случаев при широком диапазоне варьирования концентрации легирующих элементов расчет выходит за пределы структурной диаграммы, описанной в этой работе. Кроме того, данная диаграмма построена для фиксированной скорости охлаждения металла (40 °С/с) и не позволяет прогнозировать изменение структурного состава матрицы наплавочного металла при варьировании режимов и условий наплавки.

В результате обработки ряда литературных данных о химическом составе и структуре сталей и сплавов были уточнены значения коэффициентов относительного влияния легирующих элементов на процессы мартенсито- и ферритообразования. Значения коэффициентов отдельных легирующих элементов вычисляли путем многократного пересчета с последовательным уточнением результата по выражению

$$K_x = (E - \sum K_i \mathcal{E}_i) / \mathcal{E}_x, \quad (1)$$

где  $E$  — соответствующий параметр феррито- ( $E_1$ ) либо мартенситообразования ( $E_2$ );  $K_i$  — известный коэффициент относительного влияния  $i$ -го элемента на процесс феррито- либо мартенситообразования;  $\mathcal{E}_i$  — концентрация  $i$ -го элемента в твердом растворе;  $\mathcal{E}_x$  — концентрация в твердом растворе элемента, для которого определяют коэффициент влияния.

Обработку полученных зависимостей производили с помощью пакета прикладных программ математической статистики Excel 7.0 for Windows. Так были получены новые математические зависимости коэффициента относительного влияния марганца ( $K_5$ ) на процесс мартенситообразования, коэффициента относительного влияния углерода ( $K_{11}$ ) на процесс ферритообразования для области отрицательных значений параметра  $E_1$ , а также уточнены выражения, описывающие зависимости коэф-

фициентов относительного влияния хрома  $K_{Cr1}$ , никеля  $K_{Ni1}$ , марганца  $K_{Mn1}$  и кремния  $K_{Si1}$  от концентрации этих элементов на параметр ферритообразования.

В итоге выражения для расчета параметров феррито- и мартенситообразования в области диффузионного и промежуточного превращений аустенита представлены в следующем виде:

$$E_1 = K_{11}([C] + [N]) + K_{Cr1}[Cr] + K_{Ni1}[Ni] + K_{Mn1}[Mn] + 0,86[Mo] + 0,7[V] + 4([Ti] + [Al]) + 0,9[Nb] + 1,25[Si] + 0,5[W] + K_{Si1}[Si] - 19; \quad (2)$$

$$E_2 = 20 - (K_2[C] + [N]) + K_3[Cr] + K_4[Ni] + K_5[Mn] + 0,6[Mo] + 1,5[V] + 1,9[Ti] + 0,7[Si] + 1,1[W] - 0,1[Al]; \quad (3)$$

$$\text{где } K_{11} = 4[C+N]^{-1}; \\ K_5 = 0,044[Mn]^2 + 0,7647[Mn] + 4.$$

Выражение (3) может быть использовано для расчетов в любой из областей диаграммы.

Существенным корректировкам и уточнениям подверглась область диффузионного и промежуточного превращений аустенита структурной диаграммы. Ее границы определены условиями:  $E_1 \leq 0,083E_2 - 10,66$ ;  $E_2 \geq -2,8$ . Уточнены также условия образования феррита и перлита.

Влияние скорости охлаждения металла на его структуру учитывают поправочные коэффициенты  $K_{w1}$  и  $K_{w2}$  к параметрам феррито- и мартенситообразования:

$$E_{1w} = K_{w1} E_1; E_{2w} = K_{w2} E_2; \quad (4)$$

где  $E_1$  и  $E_2$  — параметры феррито- и мартенситообразования, определенные по выражениям (2) и (3).

Такой подход позволяет использовать для расчетов при разных скоростях охлаждения одну и ту же структурную диаграмму без каких-либо изменений. Поправочные коэффициенты получены путем совместной обработки термокинетических диаграмм при разных скоростях охлаждения и структурной диаграммы. Значения

поправочных коэффициентов могут быть вычислены по следующим выражениям:

$$Kw1 = -(6 \cdot 10^{-5} E2^2 - 0,001E2 + 0,0066)W - 0,04 E2 + 1,357; \quad (5)$$

$$Kw2 = 0,142 \exp(0,29 E1)W + 6,29 \exp(0,13 E1); \quad (6)$$

где  $W$  — мгновенная скорость охлаждения металла при температуре наименьшей устойчивости аустенита.

Предлагаемый метод позволяет существенно повысить точность прогнозирования фазового состава, структуры и свойств сложнолегированного наплавленного металла в широком диапазоне изменения его химического состава и условий наплавки. ● #351

## Наплавка в ГУП ПО «Уралвагонзавод»

*А. В. Масалков, ГУП ПО «Уралвагонзавод» (Нижний Тагил)*

**Наплавка — наиболее эффективное направление сварочного производства, которое позволяет быстро окупить вложенные средства. По своему назначению наплавку можно разделить на ремонтно-восстановительную и технологическую. Последнюю наносят на новые детали и узлы с целью получения требуемых триботехнических характеристик поверхности.**

В объединении наплавку начали широко применять в 1970–1980-е годы. Основной объем занимала ремонтно-восстановительная наплавка. Совместно с НТФ УПИ были отработаны и внедрены технологии наплавки бандажей трамвайных колес, вибродуговой наплавки тормозных барабанов и валов-шестерен трамваев. Во многих цехах была организована наплавка подкрановых колес. Разработана технология и создано производство электродов для выполнения ремонтных работ по восстановлению штампов.

В эти же годы наплавку начали впервые применять и при изготовлении новых деталей — опытных венцов на изделии 172, скребков, ножей танковых бульдозеров. В инструментальном цехе была внедрена технология плазменной наплавки продавок, что позволило в три раза увеличить стойкость инструмента.

К концу 1990-х годов объем применения наплавки на объединении резко возрос. Это было обусловлено увеличением объема ремонта оборудования, беспрецедентным в истории завода ростом номенклатуры выпускаемых изделий, в том числе нового назначения (дорожно-строительная техника, котельное оборудование, сельхозорудия). Началось освоение производства новых модификаций полувагонов с повышенной работоспособностью узлов теле-

жек и рамы. Впервые был организован в достаточно большом объеме ремонт вагонов и изделий военной техники.

При разработке технологии изготовления новых изделий необходимо было решить задачи по обеспечению триботехнических свойств поверхностей — антифрикционных, износостойких, антиискровых, антикоррозионных. Для этого были разработаны и внедрены в производство следующие технологии:

- износостойкая наплавка порошковой проволокой элементов дорожно-строительной техники;
- наплавка на поршни гидроцилиндров плазменной дугой обратной полярности антифрикционных материалов;
- широкослойная аргонодуговая наплавка антикоррозионных материалов;
- наплавка деталей запорной арматуры;
- наплавка антиискровых материалов на детали сливного прибора цистерны.

Выполнен комплекс экспериментально-исследовательских работ по восстановлению балансиров ремонтных машин. Разработана технология, позволяющая осуществлять выборочный ремонт поверхностей балансира.

В 2001 г. отработана и освоена новая технология получения износостойких покрытий малых толщин с применением индукционной наплавки. Наплавлена опытная партия лап культиватора.

В части применения наплавки в ремонтных целях проведены следующие работы:

- организован централизованный участок по наплавке крановых колес и других деталей механического и металлургического оборудования;
- отработана технология восстановления быстро изнашивающихся деталей трамвайных вагонов (тормозных барабанов, валов-шестерней, крестовин) с применением плазменной наплавки;
- отработана технология изготовления биметаллических втулок способом наплавки антифрикционных материалов;
- изготовлена оснастка, отработаны режимы и выполнена износостойкая наплавка ограничительного диска ведущих колес ремонтных машин;
- осуществлена роботизированная наплавка заготовки барабана усиленной коробки передач. ● #352

# Разработка технологии восстановления рабочих лопаток КВД авиационного двигателя ПС-90А методом автоматической наплавки

А. Н. Аржакин, И. И. Столяров, А. В. Туров, ОАО «Пермский моторный завод» (Пермь)

После установки лопаток в диск компрессора осуществляют приработку для обеспечения оптимального зазора между торцами пера лопаток и рабочим кольцом с уплотнительным покрытием. При эксплуатации в результате температурных деформаций узлов двигателя и изгиба кромок лопаток газовым потоком происходит соприкосновение торцов пера лопаток с покрытием рабочего кольца и их изнашивание (постепенное срабатывание). Это приводит к увеличению зазора и снижению КПД двигателя. Когда дальнейшая эксплуатация становится невозможной, изношенные детали заменяют.

Так как срок эксплуатации основных узлов двигателя значительно больше, чем время изнашивания кромок лопаток, экономически выгодно восстанавливать изношенные лопатки для повторной установки в двигатель.

Поскольку условия эксплуатации лопаток КВД жесткие, к технологии их восстановления предъявляют повышенные требования.

Лопатки КВД двигателя ПС-90А имеют малые размеры. Толщина торца пера изменяется от 0,2–0,3 мм на кромках до 0,8–1,0 мм в средней части. Вместе с тем для восстановления высоты пера изношенных лопаток с учетом приработки требуется наплавить 1,5–2,0 мм. Восстановление таких лопаток связано со значительными трудностями.

В настоящее время ремонт лопаток КВД (восстановление высоты пера) выполняют способом ручной аргодуговой наплавки на торец пера. Такая технология имеет следующие недостатки:

- значительный процент отбраковки деталей в результате выявления дефектов после наплавки и механической обработки;
- субъективный фактор (зависимость качества наплавки от квалификации сварщика и его физического состояния);
- низкую производительность.

С целью обеспечения стабильного качества и повышения производительности процесса восстановления лопаток была проведена работа по созданию технологии автоматической наплавки торцов пера лопаток.

Особенность процесса наплавки лезвийных поверхностей переменного профиля заключается в том, что при наплавке на такую поверхность для удержания сварочной ванны и формирования непрерывного валика высота наплавляемого слоя должна находиться в пределах 1/2 толщины профиля. Для удержания металлической ванны больших размеров без ее разрывов по длине требуется механическое воздействие и ускоренная кристаллизация. Режимы наплавки необходимо изменять в зависимости от профиля.

Для наплавки таких поверхностей используют водоохлаждаемую оснастку (кристаллизатор). Наплавку возможно выполнять только поштучно и только вручную при непосредственном управлении движением горелки и подачей присадочной проволоки. Это связано с тем, что практически на каждом участке наплавки необходима разная тепловая энергия для совместного плавления кромки лопатки и присадочной проволоки при формировании валика требуемой высоты. При ручной АрДС постоянным током это достигается изменением скорости перемещения горелки и подачи присадочной проволоки.

Для автоматизации такого процесса при применении присадочной проволоки постоянного сечения потребовалось бы рассчитать технологический процесс в каждой точке по профилю торца пера с учетом всех особенностей теплоотвода от пера в кристаллизатор. Для такого расчета нужны данные о коэффициентах смачивания и поверхностного натяжения, шероховатости поверхности профиля, распределении температурных полей по профилю и сечению лопатки. Необходимо также учесть тот факт, что скорость кристаллизации малых объемов — величина случайная. Справочные данные и методики для таких расчетов отсутствуют.

Задача состояла в том, чтобы при автоматической наплавке получить устойчивый процесс управления сварочной ванной (наплавляемым валиком) по аналогии с управлением процессом наплавки сварщиком ручной АрДС.

После длительного поиска для управления сварочной ванной был выбран способ воздействия на нее электроизолированной присадочной проволокой, которая подается импульсно в соответствии с сигналом обратной связи (по потенциалу дуги).

Для получения технологического процесса наплавки необходимо было решить следующие задачи:

- обеспечить управление параметрами наплавки (скорость сварки, скорость подачи проволоки, угловое перемеще-



ние, сила сварочного тока) с помощью компьютерной системы;

- обеспечить постоянство скоростей тепловода по профилю торца пера лопатки для каждой последующей лопатки данного профиля за счет соответствующей конструкции оснастки;
- определить необходимую скорость подачи проволоки после разрыва с ванной;
- определить оптимальные углы ввода проволоки по отношению к профилю лопатки и к плоскости торца пера;
- определить оптимальное положение неплавящегося электрода по отношению к торцу пера и присадочной проволоке;
- подобрать оптимальные значения силы сварочного тока по участкам лопатки;
- выбрать направление перемещения лопатки (начало сварки с входной или выходной кромки лопатки);

- решить проблему удержания сварочной ванны на кромках лопатки;
- решить проблему ориентации каждого участка сварочной ванны по отношению к профилю (без отклонения от образующей профиля), учитывая сложную форму профиля (закрутку лопатки);
- исключить недопустимую деформацию профиля лопатки;
- обеспечить необходимую защиту сварочной ванны и профиля лопатки, для чего разработать защитные устройства с учетом конструкции оснастки.

В результате проделанной работы была получена технология многослойной автоматической наплавки рабочих лопаток 8-й ступени КВД двигателя ПС-90А.

Усталостные испытания лопаток, наплавленных автоматически, показали предел выносливости не ниже, чем после ручной наплавки.

Процесс отличается высокой стабильностью, постоянством формы наплавленного валика, надежное сплавление с кромкой лопатки.

● #353

## Оборудование для производства порошковой проволоки

*А. В. Березовский, А. Н. Балин, А. А. Вишневский, ЗАО «Завод сварочных материалов» (Екатеринбург)*

**Возрастающий спрос на порошковые проволоки для сварки, наплавки и металлизации заставляет производителей развивать выпуск данного вида материалов.**

В настоящее время действующее производство порошковой проволоки в большинстве случаев оснащено старым, морально устаревшим оборудованием, характеризующимся невысоким технологическим уровнем изготовления продукции. Намечалась тенденция замены устаревшего оснащения комплексными линиями, выпускаемыми известными фирмами «ЭСАБ», «Орликон» и т. д. Такие линии обеспечивают высокую производительность и стабильное качество изготовления порошковых проволок, производство проволок различных диаметров. Однако такое оборудование имеет высокую стоимость, для его обслуживания и ремонта необходим специально подготовленный, получивший сертификацию персонал. Указанные причины побудили ЗАО «Завод сварочных материалов» самостоятельно разработать оборудование для производства порошковых проволок — линию волочения с кинематической схемой на асинхронных электродвигателях. При создании линии были применены преобразо-

ватели частоты переменного тока (инверторы) фирмы «Mitsubishi», что позволило отказаться от двигателей постоянного тока, имеющих сложную конструкцию и высокую стоимость. Созданная линия включает шесть тянущих клетей-барabanов с мотор-редукторами по 7,5 кВт каждый. Данная линия предназначена для выпуска порошковых проволок диаметром 1,6–3,2 мм. Скорость волочения проволоки 0,7–3,0 м/с. Годовая производительность (при односменной работе) до 260 т.

Процесс безобрывного волочения порошковой проволоки стал возможен за счет оптимизации уровня усилий противонапряжений. Стабилизация противонапряжения проволоки производится с помощью специальной корректирующей функции преобразователя частоты (transistorized inverter), задающей изменение параметров выходного сигнала при соответствующем изменении параметров рабочей нагрузки электродвигателя.

В состав линии входят несколько агрегатов: устройство размотки ленты с инерционным тормозом, ультразвуковая установка очистки стальной ленты, машина контактной сварки, профилегибочное устройство с дозатором шихты, приспособление для съема готовой проволоки с чистового барабана, острильная машина, весовое и подъемно-транспортное оборудование. Эксплуатация в течение полутора лет показала надежность и высокую эффективность созданной линии. Освоен выпуск порошковых проволок двадцати марок. Среднесуточная производительность составляет 1,0–3,5 т. Выпускаемую проволоку поставляют в регионы РФ, СНГ и за рубеж.

● #354



# Обеспечение точности изготовления сварных конструкций\*

Г. И. Лащенко, канд. техн. наук, ОАО «УкрИСП»

Одним из наиболее распространенных способов формообразования деталей для сварных конструкций является холодная гибка листового, профильного проката и труб. Благодаря использованию гнутых профилей и элементов можно резко сократить количество швов и уменьшить объемы наплавленного металла. Это в свою очередь позволяет при высоком качестве гибки существенно повысить точность и снизить трудоемкость изготовления сварных конструкций, а также обеспечить экономию металлопроката.

\* Продолжение.  
Начало см.  
Сварщик. — 2003. — №1. — С. 16–18, №2. — С. 18–19, №3. — С. 17–21.

**Гибка.** Гибку стали в холодном состоянии применяют только в случае, если ее радиусы и кривизна не превышают значеный, приведенных в *таблице* (минимальный радиус кривизны  $r$  листовых деталей, воспринимающих статическую нагрузку, может быть принят за  $12,5h$ , где  $h$  — толщина листа).

**Гибка обечаек.** При гибке обечаек для изготовления цилиндрических емкостей, труб, конусов и других деталей используют трех–четыревалковые гибочные машины (валцы).

В трехвалковых машинах верхний валок может перемещаться вверх и вниз, а два нижних валка только вращаются в неподвижных подшипниках. Лист, подвергаемый гибке, закладывают между верхними и нижними валками, изгибают прижатием верхнего валка и прокатывают между валками (рис. 1).

Вальцовку заданной заготовки можно выполнить, если при этом изгибающий момент, действующий в верхнем валке  $M_B$ , не превышает допустимого  $[M]_B$ :  $M_B \leq [M]_B$ . Допустимый изгибающий момент валка

$[M]_B = 100W_B \sigma_T^B$ , где  $[M]_B$  — допустимый изгибающий момент валка, Н·см;  $W_B$  — момент сопротивления валка, см<sup>3</sup>;  $\sigma_T^B$  — предел текучести материала валка, МПа.

Изгибающий момент, действующий в верхнем валке,

$$M_B = P_{cp}(2L - b_0)/8,$$

где  $M_B$  — изгибающий момент валка, Н·см;  $P_{cp}$  — полное усилие обрабатываемой заготовки на верхний валок, Н;  $L$  — пролет верхнего валка, см;  $b_0$  — ширина вальцуемого листа, см;

$$P_{cp} = 2M_3/R_m \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $M_3$  — изгибающий момент в обрабатываемой заготовке;  $R_m$  — радиус заготовки в машине; угол  $\alpha = \arcsin[t/2(R_m + h/2 + R_0)]$ .

Прогиб верхнего валка определяют по формуле

$$f = (P_{cp}L^3/4800EI) [1 - 0,5(V/L)^2 + 0,125(V/L)^3],$$

где  $L$  — пролет верхнего валка, см;  $V$  — ширина вальцуемого листа, см;  $E$  — модуль упругости материала валка, МПа;  $I$  — момент инерции сечения валка, см<sup>4</sup>.

Прогиб  $f$  не должен превышать  $1/500 L$ .

Трехвалковые гибочные машины с симметричным расположением нижних валков относительно верхнего наиболее широко распространены в промышленности. Существенным их недостатком является необходимость предварительной подгибки концов листа для получения обечаек правильной цилиндрической формы. Эту операцию осуществляют на подкладном листе, превышающем в 2–2,5 раза толщину обрабатываемой заготовки.

Рис. 1. Схема вальцовки цилиндрических листовых деталей: а — схема образования цилиндра на трехвалковых гибочных вальцах; б — схема вальцов

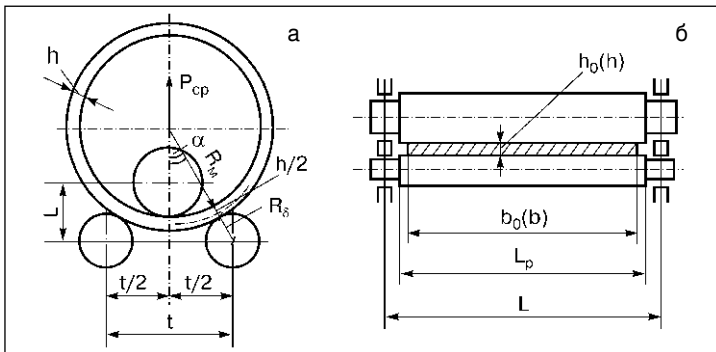
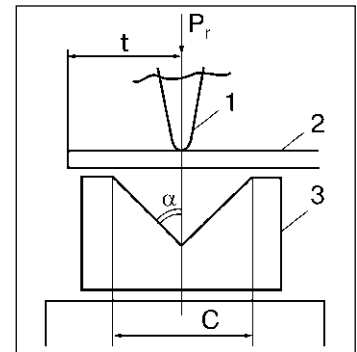


Рис. 2. Схема гибки листовой стали на кромко-гибочных прессах: 1 — верхний штамп; 2 — заготовка; 3 — нижний штамп



Для подгибки концов листа применяют также специальные трехвалковые вальцы с перемещением верхнего валка не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлениях.

При использовании четырехвалковых гибочных машин кромки подгибают не предварительно, а в ходе гибки (вальцовки) благодаря давлению одного из боковых (не приводных) валков.

**Гибка на прессах.** Гнутые профили из листовых заготовок изготавливают на листогибочных (кромкогибочных) прессах (рис. 2). Длина стола серийно выпускаемых прессов 2550–5050 мм. Однако за счет оборудования прессов приставками длина изгибаемых листов может быть и больше. Усилие гибки

$$P_f = 1,2\sigma_b h^2 b / C,$$

где  $\sigma_b$  — временное сопротивление материала заготовки, МПа;  $h$  — толщина заготовки, мм;  $b$  — ширина заготовки, мм;  $C$  — ширина паза нижнего штампа, мм.

Для того, чтобы заготовка в течение всей гибки опиралась на кромки нижнего штампа, необходимо соблюдать условие  $C < 2t \sin\alpha$ .

С уменьшением пролета усилие гибки возрастает. К недостаткам гибки в штампах следует отнести необходимость использования прессов с большим усилием, повышенной износ инструмента, большую вероятность повреждения поверхности листов, существенные затруднения при получении высокоточных заготовок.

Способ свободной гибки, при котором кромки листов отгибают на листогибочных машинах с поворотной балкой, имеет ряд преимуществ перед гибкой в штампах. При этом способе зажимают отгибаемую часть и поворачивают остальную часть листа до получения нужного отгиба. Свободная гибка дает возможность получить любой угол в диапазоне от 0 до 180°. Радиус гибки зависит не от радиусов нижнего и верхнего инструментов (как это имеет место при штамповке), а от величины раскрытия матрицы, толщины материала и прикладываемых усилий. Усилия гибки в 5–6 раз меньше, чем при гибке в штампах.

В промышленности применяют как ручные кромкогибы (длина гибо до 1000 мм), так и листогибочные машины с длиной гибо до 500 мм. Полноценная реализация способа свободной гибки стала возможной благодаря оснащению прессов системой ЧПУ. Она позволяет в ходе про-

**Таблица. Минимально допустимые радиусы кривизны  $\rho$  и стрелки прогиба  $f$  при гибке изделий из стали в холодном состоянии**

Вид проката	Эскиз	Гибка относительно оси	Минимальное значение	
			$\rho$	$f$
Сталь листовая и универсальная		x-x	25h	$l^2/200h$
Уголок		x-x y-y	45b	$l^2/200b$
Швеллеры		x-x y-y	25h 45b	$l^2/200h$ $l^2/360b$
Двутавровые балки		x-x y-y	25 h 25 b	$l^2/200h$ $l^2/200b$
Труба		—	30 D	—

цесса точно дозировать усилия, пропорциональные погружению верхнего инструмента в материал, и благодаря этому добиваться высокой точности угла гибки.

В мире многие компании выпускают прессы с ЧПУ для гибки листового материала. В Украине наиболее распространены гибочные машины с ЧПУ серии TrumaBend немецкой фирмы «TRUMPF». Эта фирма выпускает машины с усилием гибки от 500 до 3200 кН, длиной гибо от 1000 до 4080 мм. Толщина обрабатываемого листа до 10 мм.

Высокую производительность машин обеспечивает скорость перемещения задних упоров (до 500 мм/с) и верхней балки (до 200 мм/с). При этом точность позиционирования инструмента составляет 0,01 мм. Машины позволяют без переналадки производить гибку сложных изделий, выполнять заковку и плющение.

Для гибкой коррекции процесса применяют сенсор угла. Кроме измерения угла, сенсор автоматически выдает сигнал для регулировки усилия гибки, чтобы довести фактический угол до требуемого по чертежу. Система автоматически учитывает углы обратной пружинистости в зависимости от материала заготовки и толщины листа.

Листогибочное оборудование с ЧПУ особенно эффективно при изготовлении высокоточных сварных тонколистовых конструкций. Такое оборудование позволяет осуществить в малые сроки переход на выпуск новых изделий при минимальных затратах.

● #355

Продолжение в следующих номерах.

# Выбор оборудования и способа резки металлов\*

## Резка толстых заготовок

М. М. Лилько, В. Д. Кодра, АО «Эффект» (Одесса)

Согласно ГОСТ 19903 на прокат черные и нержавеющие стали подразделяют на листы ( $\delta \leq 160$  мм) и заготовки ( $\delta \geq 160$  мм). Тепловой режим резки заготовок существенно отличается от резки листов, так как уже при толщине листа  $\delta = 100$  мм на долю подогревающего пламени приходится немногим более 10% теплоты, вносимой в зону резки, остальное поступает в результате окисления металла. Заготовки можно резать в холодном и горячем состоянии. Под холодным подразумевается металл с температурой не более 350 °С, который можно поднимать электромагнитом. Металл с температурой от 350 °С до 850 °С считается горячим.

При резке таких заготовок к резакам предъявляют ряд требований:

- расстояние от мундштука до металла должно быть максимально увеличено (можно достичь применением длинно-факельных мундштуков с профилированным каналом режущего кислорода);
- движение режущего кислорода должно быть ламинарным, для чего прямой участок трубки режущего кислорода должен быть не менее 50 внутренних диаметров последней;
- сгорание горючего газа необходимо растянуть по всей толщине разрезаемого металла, что обеспечивается применением мундштуков комбинированного смешения газов;
- необходимо хорошее охлаждение мундштуков, для чего используют системы водяного охлаждения резаков.

Опыт эксплуатации резаков показал, что холодные заготовки можно резать резаками без охлаждения, при резке горячих заготовок водяное охлаждение обязательно.

Для обеспечения надежной эксплуатации на линии слива воды из резака устанавливают реле протока, которое подает сигнал на отключение резаков при прекращении подачи воды. За последнее время достигнут значительный прогресс в данной технике. На машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) резку металла на мерные длины (слябы, торговые заготов-

ки) при температуре 800–850 °С производят специальными машинами для газовой резки, на которых установлены резаки «Эффект-М-БТ-В» и газорегулирующая аппаратура, обеспечивающая резку заготовок в автоматическом режиме управления от систем ЧПУ.

В резаках, выпускаемых АО «Эффект», установлены моноблочные мундштуки комбинированного смешения горючего газа с кислородом. В наружный ряд каналов подается газ и подогревающий кислород (внутрисопловое смешение), в средний ряд каналов подается только горючий газ (внешнее смешение). Такие резаки позволяют резать холодный и горячий металл толщиной до 500 мм, расстояние между торцом мундштука и поверхностью металла должно составлять 100–120 мм (оптимальное расстояние, уменьшение его не допустимо). Режимы механизированной кислородной резки приведены в *табл. 1*.

При ручной кислородной резке металла скорость снижается на 15–20% по сравнению со скоростью механизированной резки.

Режимы получены при резке рядовых марок сталей мундштуком № 1 кислородом чистотой 99,5–99,6%. Поверхность заготовки при резке была чистой, без окалины. При наличии окалины на горячем металле скорость резки уменьшается на 10–15%. Резаки имеют подогревающее пламя с явно выраженным языком длиной до 120–130 мм, факел пламени длиной до 500 мм. При пуске режущего кислорода по центру подогревающего пламени прослеживается цилиндрический столб диаметром 8 мм и длиной до 500 мм. Ширина реза 10 мм (на слябе  $\delta = 300$  мм), поверхность реза чистая, без бороздок, канавок и вырывов, кромки по линии реза — без закруглений и наплывов как на верхней, так и на нижней стороне заготовки. Мундштуки изготавливают с нормальной тепловой мощностью (№ 1 и № 2) и повышенной (№ 1У и № 2У). Мундштук № 1 имеет диаметр

\* Продолжение.  
Начало см.  
Сварщик. —  
2003. —  
№ 2. —  
С. 20–21,  
№ 3. —  
С. 22–24.

Таблица 1. Режимы механизированной кислородной резки

Толщина заготовки, мм	Скорость резки, мм/мин, при температуре, °С			Максимальный расход газов, м <sup>3</sup> /ч			Давление газов на входе в резак, МПа		
				кислорода		горючего газа	кислорода	горючего газа	подогревающего кислорода
	20	600	800	режущего	подогревающего				
200	200	350	450	48	18	11	0,9	0,12	0,22
250	180	300	400	60	20	12,5	1,15	0,15	0,22
300	170	280	380	65	22	13,75	1,15	0,15	0,25
350	150	250	320	70	25	15,5	1,20	0,15	0,25
450	100	180	280	80	28	17,5	1,20	0,15	0,30

горловины канала режущего кислорода 3,5 мм, мундштук № 2 — 4 мм. По требованию заказчика могут быть изготовлены мундштуки с диаметром горловины 2,5 мм. Для комплектования аналогичных импортных резаков мундштуки изготавливают с установочной резьбой М30×2 и М28×2.

Мундштук серии «У» имеет увеличенную на 30% тепловую мощность. При резке нержавеющей стали резаки комплектуют оснасткой для кислородно-флюсовой резки. При этом режимы резки соответствуют данным, приведенным в табл. 1 с понижением скорости резки на 10–15%.

Применение мундштуков серии «У» предпочтительно при резке металла толщиной более 200 мм; металла, покрытого слоем окалины; холодного металла; при кислородно-флюсовой резке, а также при врезании в заготовку без остановки прогрева кромки.

При кислородно-флюсовой резке мощность пламени в 1,7–2,0 раза больше и номер сопла на один номер больше по сравнению с резкой без флюса. Это обусловлено затратой дополнительной теплоты на плавление флюса и добавочной энергией режущей струи на удаление большего количества шлаков с места разреза. В остальном техника кислородно-флюсовой резки такая же, как и при обычной резке. Указанные мундштуки применены как в ручных, так и в машинных резаках: «Эффект-Р-БТ», «Эффект-М-БТ», «Эффект-М-БТ-В», выпускаемых АО «Эффект». Система водяного охлаждения резаков «Эффект-М-БТ-В» более совершенна по сравнению с системами охлаждения аналогичных резаков зарубежных фирм. Вода подается через трубку в головку резака, охлаждает ее и мундштук, а затем через трубку сливается. Это позволяет организовать теплоотвод из самой горячей зоны (от самого мундштука), аннулировать необходимость пайки кожуха резака к головке и верхнему корпусу, что делает резаки ремонтнопригодными (в резаках зару-

бежных фирм вода циркулирует внутри стального кожуха), а также заменять мундштуки, не снимая резак с машины.

Разработанные АО «Эффект» технологические рекомендации позволяют повысить срок службы мундштуков. Резак работает с двумя мундштуками: основным и запасным. После 5–6 дней работы мундштук снимают и ставят запасной. Снятый мундштук травят, моют, очищают от нагара и прилипшего металла. Цикл очистки длится 2–3 дня, после чего мундштук снова готов к работе. При такой схеме резак с двумя мундштуками работает до года и более. Выходят из строя резаки в основном в результате механического повреждения (утыкание в лист, сбивание гнутым металлом и т. д.).

Для резки металла толщиной до 500 мм необходим расход режущего кислорода до 100 м<sup>3</sup>/ч при давлении 1,2 МПа (12 кгс/см<sup>2</sup>). Пропускная способность редуктора РКЗ–500, который выпускает Барнаульский механический завод, при давлении в сети Р=1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>) и рабочем давлении на выходе Р=1,2 МПа (12 кгс/см<sup>2</sup>) обеспечивает пропускную способность лишь 80 м<sup>3</sup>/ч, что явно недостаточно. Более мощные редукторы на данные режимы работы не выпускались.

Для решения этой проблемы АО «Эффект» наладил выпуск модернизированных редукторов на базе редуктора РКЗ–500, что позволяет обеспечить необходимый расход режущего кислорода (работы выполняются совместно с ВНИИ-автогенмаш, Москва).

При резке металла таких толщин пребывание газорезчика рядом с резаком недопустимо, поэтому управление процессом резки должно быть дистанционным, что обеспечивается применением электромагнитных клапанов. АО «Эффект» освоил выпуск малогабаритных клапанов мембранного типа с условным проходом  $d_u=10$  мм на рабочее давление до 1,6 МПа, а также электромагнитных клапанов

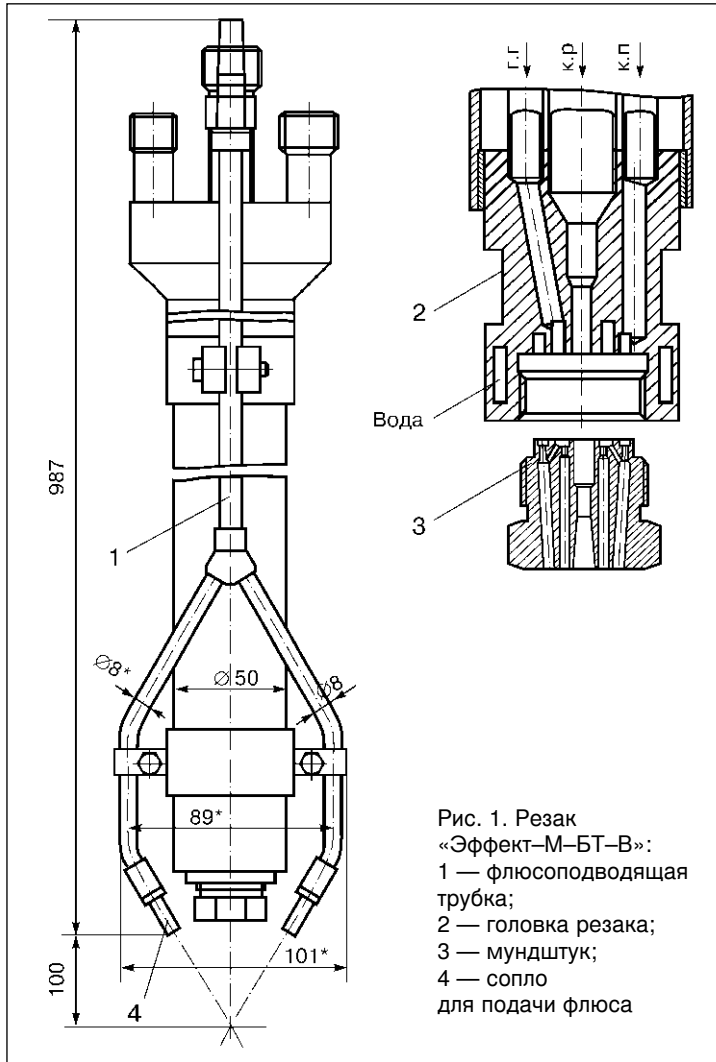


Рис. 1. Резак «Эффект-М-БТ-В»:  
1 — флюсоподводящая трубка;  
2 — головка резака;  
3 — мундштук;  
4 — сопло для подачи флюса

Таблица 2. Примерный комплект оборудования для резки металла

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., дол. США	Итого, дол. США
Щит газорегулирования	1	4800,00	4800,00
Резак «Эффект-М-БТ-В»	2*	350,00	700,00
Запальник	2*	80,00	160,00
Мундштук моноблочный	20**	40,00	800,00
Редуктор СМО-35-2	1**	30,00	30,00
Редуктор СКО-10-2	1**	30,00	30,00
Клапан электромагнитный $du=10$ мм	2**	160,00	320,00
Резак «Эффект-Р-БТ», $L=1500$	1	200,00	200,00
Флюсопитатель	1	600,00	600,00
Флюсоподводящие трубки к машинному резаку	2*	35,00	70,00
Ручной резак «Эффект-РФ-БТ»	1	230,00	230,00
Печка для сушки флюса	1	По отдельному договору; цена договорная	

\* С учетом ЗИП.

\*\* Запасные части.

прямого действия с  $du=4,5$  мм и  $dy=5$  мм на рабочее давление до 1,2 МПа. Напряжение постоянного тока 24 В.

При ручной резке заготовок используют ручные резаки «Эффект-Р-БТ» клавишного типа длиной до 2000 мм. Такие резаки держать в руках очень тяжело, поэтому на них установлены опорные элементы, ранее применявшиеся в системах стабилизации машины «Днепр» и оправдавшие себя в тяжелых условиях трехрезковой резки со скосом кромок под сварку.

Для кислородно-флюсовой резки на резаках (ручном и машинном) устанавливают флюсоподводящую трубку (рис. 1 и 2), которую соединяют с одним из ранее описанных флюсопитателей.

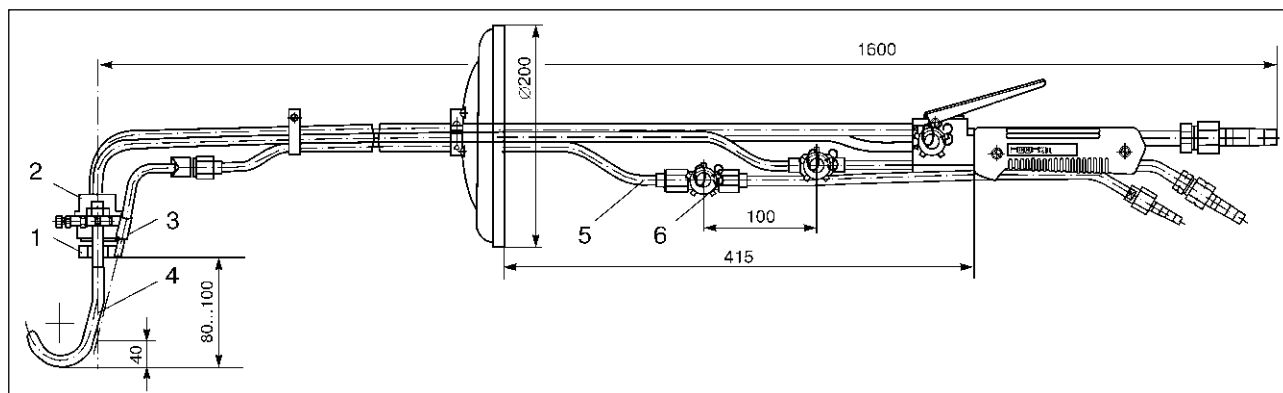
Расход флюса при резке нержавеющей сталей больших толщин составляет до 18% от количества сгоревшего (выплавленного) металла. Расход флюса существенно зависит от марки стали и температуры металла. Например, шарикодшипниковые стали типа «ШХ» при температуре 800 °С на Оскольском электрометаллургическом комбинате режут вообще без флюса. При резке тех же марок сталей в холодном состоянии применение флюса обязательно.

Так как количество продуктов сгорания при кислородно-флюсовой резке значительно больше, чем при обычной кислородной резке, то из зоны резки необходимо отсасывать примерно в три раза больше газов и дисперсной пыли.

Одним из серьезных вопросов, возникающих при механизированной резке, является поджиг резаков. Возможно несколько подходов для решения данной проблемы:

- подогревающее пламя горит все время, в том числе и по окончании процесса резки (это экономически невыгодно);
- резак поджигают при помощи запальника. Поджиг запальника производят при помощи свечи, генерирующей искру. Данный тип запальника применяют преимущественно на порталных газорезущих машинах;
- на резаке установлен постоянно горящий запальник, который перемещается все время вместе с резаком;
- постоянно горящий запальник стоит неподвижно, резак поджигают в его исходном положении.

Последние два варианта применяют в основном на МГР установок непрерывной разливки стали (подвижная установка запальника предпочтительнее).



АО «Эффект» выпускает все вышеуказанные типы запальников.

Тяжелые условия металлургического производства, непрерывный цикл разливки металла предъявляют высокие требования к надежности оборудования. АО «Эффект» выпускает полнокомплектные блоки газовой автоматики, обеспечивающие резку холодных и горячих заготовок толщиной до 500 мм в автоматическом режиме управления от системы ЧПУ. Примерный комплект оборудования с учетом ЗИП на один работающий резак приведен в табл. 2.

Известно, что при кислородной резке имеет место отставание струи режущего кислорода, которое при качественной резке не должно превышать 10% от толщины разрезаемого металла. Это накладывает специфические требования на режимы резки: врезание и выход из заготовки необходимо производить на пониженной скорости, составляющей 30% от рабочей, в противном случае в нижней части заготовки получается недорез. Неравномерность хода машины не должна превышать 10% от заданной скорости резки. Данные требования наилучшим образом реализуются при маятниковом перемещении резака. Максимальный размер разрезаемой таким способом заготовки, который был зафиксирован на Волжском трубном заводе, составляет 400×400 мм, диаметр — 400 мм.

Для резки холодных неподвижных заготовок можно использовать переносные газорезущие машины типа «Смена», «Радуга». При резке горячих заготовок в линии непрерывной разливки предусмотрена специальная машина — она стыкуется с заготовкой, движется вместе с ней, перерезая последнюю, после чего возвращается в исходное положение. При резке небольших заготовок иногда применяют пресс-ножницы, однако возникающая при резе ударная волна распространяется до кристаллизато-

ра, нарушая режим кристаллизации металла. Кроме того, на верхней кромке имеет место затягивание металла, на нижней — облой. В таком виде подавать заготовку на прокатку нельзя.

Резаками «Эффект-М-БТ-В» на Днепровском металлургическом комбинате режут заготовки размером 335×400 мм с температурой 680–750 °С. Скорость врезания 120–150 мм/мин, скорость резки 300 мм/мин. Ширина реза 10 мм, резак имеет запас скорости резки, верхняя кромка не оплаывается и не скругляется, торец заготовки ровный. Заготовки после резки без зачистки от грата направляют на прокатку.

На Белорусском металлургическом комбинате весь порезанный резаками «Эффект-М-БТ-В» металл (250×250 и 300×400 мм) также после непрерывной разливки без зачистки торцев поступает на прокатные станы.

На Донецком металлургическом заводе фирмы «Истил-Украина» для порезки горячего металла (от 100×100 до 180×180 мм) вместо частично вышедших из строя резаков фирмы ALBA применяют резаки «Эффект-М-БТ-В». Скорость и качество резки одинаковые.

При резке металла толщиной 300 мм резаками «Эффект-М-БТ-В» ширина реза составляет 10 мм, а при работе резаками старой конструкции — 18 мм. Это позволяет экономить на одном погонном метре реза 18,5 кг металла, а также кислород и горючий газ. Только за счет уменьшения угара металла стоимость резака окупается после выполнения 120 м реза, а мундштук — после выполнения 10–12 м реза.

Таким образом, можно сделать вывод, что кислородная (кислородно-флюсовая) резка на сегодняшний день является единственным способом разделения крупных холодных и горячих заготовок. ● #356

Рис. 2. Резак «Эффект-Р-БТ»:

- 1 — мундштук;
- 2 — головка резака;
- 3 — сопло для флюса;
- 4 — опорный элемент;
- 5 — флюсоподводящая трубка;
- 6 — вентиль для флюса

# Кислородно-флюсовая резка.

## Область применения

*В. А. Сергиенко, завод «ДОИМЕТ» (Краматорск)*

**Кислородная резка — это процесс интенсивного местного окисления металла, нагретого до температуры воспламенения, струей кислорода и удаления этой струей образующихся продуктов сгорания (оксидов металла).**

Резка начинается с нагрева изделия в точке реза до температуры, достаточной для воспламенения (начала интенсивного окисления) металла в кислороде. Нагрев производят пламенем, которое образуется при сгорании горючего газа в кислороде. Когда температура зоны нагрева достигает требуемого значения, подают струю технически чистого (98–99%-го) кислорода. Направленный на нагретый участок режущий кислород вызывает интенсивное окисление верхних слоев металла, которые, сгорая, выделяют значительное количество теплоты и нагревают до воспламенения в кислороде нижележащие слои. Таким образом процесс горения металла в кислороде распространяется по всей толщине разрезаемой заготовки. Образующиеся при сгорании расплавленные оксиды увлекаются струей режущего кислорода и выдуваются из зоны реакции.

Стабильность процесса резки определяют следующие условия:

- температура плавления металла должна быть выше температуры его воспламенения в кислороде, т. е. при которой начинает происходить интенсивное окисление металла;
- температура плавления оксидов должна быть ниже температуры плавления самого металла и температуры, развивающийся в процессе резки;
- количества теплоты, выделяющейся при сгорании металла в кислородной струе, должно быть достаточно для поддержания непрерывного процесса резки;
- теплопроводность должна быть не выше того предела, при котором вся теплота, сообщаемая подогревающим пламенем и выделяемая в процессе резки, отводится от места резки;
- образующиеся оксиды должны быть достаточно жидкотекучими для их свободного выдувания кислородной струей.

Согласно данным И. А. Антонова (*Антонов И. А. Газопламенная обработка металлов. М.: «Машиностроение», 1976. — 264 с.*), за температуру воспламенения железа следует принимать температуру плавления оксида железа FeO (вюстит), который интенсивно образуется при температурах свыше 680 °С и составляет от 90 до 95% всех оксидов железа. Твердая фаза оксидов препятствует дальнейшему протеканию реакции, поэтому бурное развитие реакции получает только с началом расплавления оксида железа, т. е. в диапазоне температур 1300–1350 °С. Низкоуглеродистая сталь, имеющая температуру плавления около 1500 °С, удовлетворяет первому условию и поддается процессу кислородной резки без ограничений.

При увеличении содержания углерода температура плавления стали уменьшается. Содержание углерода выше 0,7% приводит к тому, что плавление начинается при температурах более низких, чем температура воспламенения, а процесс резки превращается в процесс расплавления стали и удаления расплава из зоны реакции кислородной струей.

Легирующие элементы оказывают различное влияние на температуру плавления металла и его оксидов. Например, наличие в металле хрома приводит к образованию на поверхности реза Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с температурой плавления 1990 °С, сплавы алюминия образуют оксид алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с температурой плавления около 2050 °С. Образование тугоплавких оксидов препятствуют нормальному процессу газовой резки. Ниже приведена температура плавления наиболее широко применяемых металлов и оксидов некоторых основных элементов этих металлов.

<b>Металл</b>	<b>Температура плавления, °С</b>
Железо . . . . .	1539
Сталь низкоуглеродистая . . . . .	1500
Сталь углеродистая . . . . .	1300–1400
Серый чугун . . . . .	1200
Медь . . . . .	1083
Латунь . . . . .	850–900
Алюминий . . . . .	657
Цинк . . . . .	419



**Оксиды:**

железа $FeO$ . . . . .	1371
железа $Fe_3O_4$ . . . . .	1527
железа $Fe_2O_3$ . . . . .	1565
меди $Cu_2O$ . . . . .	1236
алюминия $Al_2O_3$ . . . . .	2020
цинка $ZnO$ . . . . .	1800

При резке низкоуглеродистой стали 70% общего количества теплоты, вводимой в металл, составляет теплота, выделяющаяся при сгорании железа и его примесей (Глизманенко Д. Л., Евсеев Г. Б. *Газовая сварка и резка металлов*. — М.: Машиз, 1954. — 548 с.). Остальная теплота вводится подогревающим пламенем резака. При этом важно, чтобы скорость теплоотвода не превышала скорости тепловоголожения, т. е. теплопроводность металла должна быть ограниченной. Для резки металла с высокой теплопроводностью, например меди, интенсивность тепловоголожения должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить нагрев зоны реза до температуры воспламенения. Поскольку обычными способами обеспечить это условие при резке меди удается далеко не всегда, зачастую прибегают к предварительному или сопутствующему подогреву до температуры 750–850 °С, а латуни и бронзы — до температуры 380–480 °С (*Справочник по газовой резке, сварке и пайке / А. Г. Шустик, В. П. Савченко, А. М. Табушник, Н. Н. Побрус. Под общ. ред. канд. тех. наук В. П. Савченко*. — К.: Техніка, 1989. — 104 с.), что увеличивает общее тепловложение в разрезаемый металл и позволяет эффективнее концентрировать теплоту в зоне реза.

Важным параметром, влияющим на процесс резки, является жидкотекучесть расплавленных оксидов. При большой вязкости выдуваемость шлака кислородной струей из зоны реза затруднена, что значительно тормозит процесс резки. Высокохромистые и хромоникелевые стали также не поддаются нормальному процессу газовой резки. В этом случае резке препятствует высокая температура плавления оксида хрома, который образуется на поверхности реза и делает процесс окисления нижележащих слоев металла невозможным. Чугун газовой резке обычным способом вообще не поддается. Причиной этого является то, что температура плавления чугуна ниже температуры воспламенения железа, а также высокая температура плавления диоксида кремния и его недостаточная жидкотекучесть. Кроме того, процессу резки

препятствует образование значительного количества  $CO$  и  $CO_2$ , загрязняющих режущий кислород и снижающих эффективность процесса окисления.

Следовательно для повышения эффективности резки металлов и сплавов следует снижать в них концентрацию как углерода, так и легирующих элементов до уровня, близкого к их концентрации в низкоуглеродистой стали. При газовой резке снижение концентрации легирующих элементов может быть достигнуто непрерывным введением в зону реакции порошкообразного флюса, например железного порошка. Эта идея была реализована в способе кислородно-флюсовой резки (КФР), разработанном в СССР в конце 1940-х годов кафедрой сварочного производства МВТУ им. Баумана и параллельно институтом ВНИИавтогенмаш совместно с заводом «Красный Октябрь», а в США — фирмой «Union Carbide and Carbon Corp».

Сущность процесса КФР заключается в следующем. В зону реза струей кислорода (режущей или дополнительной), сжатого воздуха либо другого газа, например азота, вдувается порошкообразный флюс на основе железного порошка, при сгорании которого выделяется дополнительное количество теплоты, снижается концентрация легирующих элементов в металле и разжижается шлак.

Флюс представляет собой мелкогранулированный железный порошок с добавками некоторых других компонентов, например, феррофосфора при резке чугуна или алюминия при резке меди. Однако в большинстве случаев в качестве флюса служит чистый железный порошок без каких-либо добавок.

Кислородно-флюсовую резку применяют для металлов, которые не поддаются обычному процессу газовой резки. К ним в первую очередь относят высокохромистые и хромоникелевые жаропрочные и нержавеющие стали, серый чугун, цветные металлы и сплавы.

Исследования процесса кислородно-флюсовой резки и разработку оборудования для резки проводили различные институты и организации. Наибольших успехов в этой области добились на кафедре сварочного производства МВТУ им. Н. Э. Баумана и во ВНИИавтогенмаше. Недостатком всех этих разработок является то, что флюс подается в зону реакции либо струей кислорода, либо струей сжатого воздуха или азота. Смесь кислорода с железным порошком взрывоопасна, поэтому подача флюса

струей кислорода может иметь весьма негативные последствия. Использование в качестве флюсонесущего газа сжатого воздуха или азота приводит, с одной стороны, к усложнению оборудования, так как требуется дополнительная система для подвода сжатого воздуха или газа, а с другой, — значительно снижает чистоту режущего кислорода, что существенно тормозит процесс резки.

Принципиальное отличие оборудования для кислородно-флюсовой резки, разработанного и выпускаемого заводом автогенного оборудования «ДОНМЕТ» (Краматорск, Донецкой области) заключается в том, что флюсонесущим является горючий газ (пропан-бутан или метан), что обеспечивает безопасность работы и позволяет подводить в зону реза кислород исходной чистоты (Сергиенко В. А. Способ кислородно-флюсо-

вой резки. Патент Украины №2002010375, дата публикации 15.01.2002 г.). Кроме того, при таком способе подачи флюса разогревается подогревающим пламенем резака еще до его попадания в зону реакции, чем достигается более высокая скорость резки и более полное использование флюса.

Новый комплект оборудования (рис. 1) предназначен для ручной разделительной резки высоколегированных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов как в условиях цеха, так и в условиях открытых площадок. При этом пределы толщин резки высоколегированных сталей составляют до 200 мм, чугуна разных марок — до 200 мм, цветных металлов и сплавов — до 100 мм.

Центральным узлом комплекта оборудования является флюсопитатель 5 емкостью 10 л (до 22 кг флюса) с регулируемым смесителем вихревого типа. Флюсопитатель подключен резиноканевым рукавом 3 через баллонный газовый редуктор 2 к газовому баллону 1 или распределительной газовой магистрали. К флюсопитателю с помощью резиноканевого рукава 7 подсоединяют специальный резак 8 — «КФР-352». Для удобства транспортировки флюсопитатель установлен на тележке 4 грузоподъемностью 40 кг, на ней же смонтирован дополнительный предохранитель 6. При транспортировке на тележке можно также зафиксировать резак вместе с резиноканевым рукавом.

Флюсопитатель (рис. 2) состоит из бачка 7 и смесителя 9 с регулировочным винтом 8. На верхней крышке бачка смонтирован тройник 4 для подсоединения резиноканевого рукава 6 к смесителю, а также манометра 5 и обратного клапана 3, к которому подсоединяют рукав от газового баллона. Давление в бачке устанавливают редуктором на газовом баллоне в пределах 0,06–0,1 МПа и контролируют манометром 5 на флюсопитателе. Для защиты флюсопитателя от превышения в нем давления выше допустимого, предусмотрен предохранитель 2. Флюс в бачок загружают через горловину 1, в крышке которой находится вентиль для выпуска газа по окончании работы или перед загрузкой очередной порции флюса.

Резак «КФР-352» (рис. 3) для выполнения кислородно-флюсовой резки является модернизированным резаком «ПРОМИНЬ-344» с внутрисопловым смешением и состоит из ствола 7 с алюминиевым корпусом-рукояткой, головки 1 и подводящих трубок 3. На стволе расположены вен-

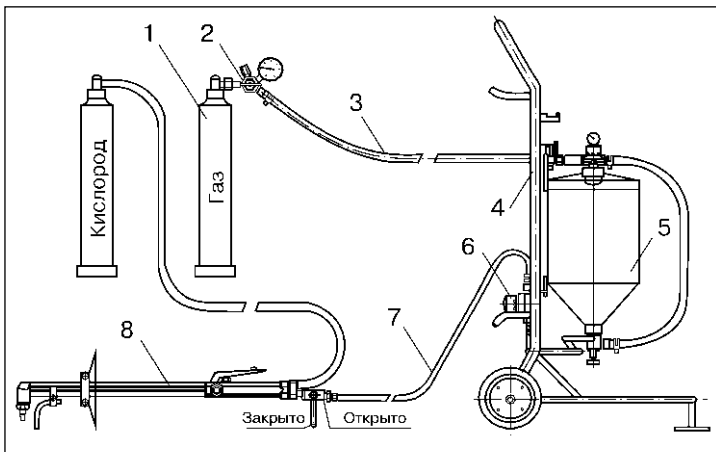


Рис. 1. Комплект оборудования для кислородно-флюсовой резки производства завода «ДОНМЕТ»

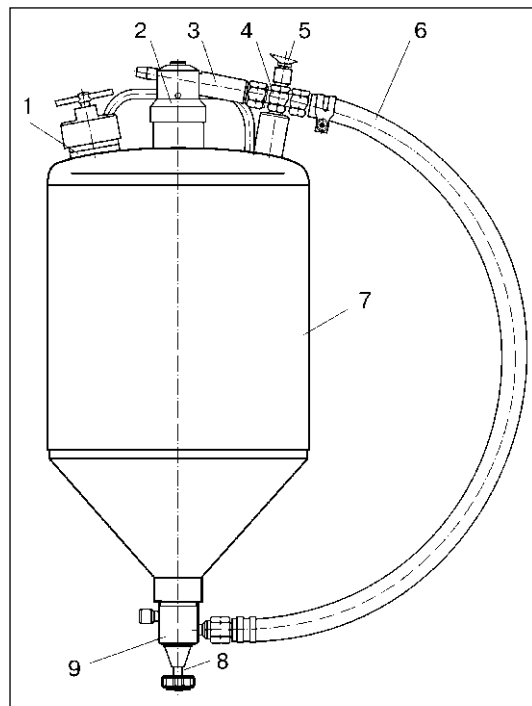
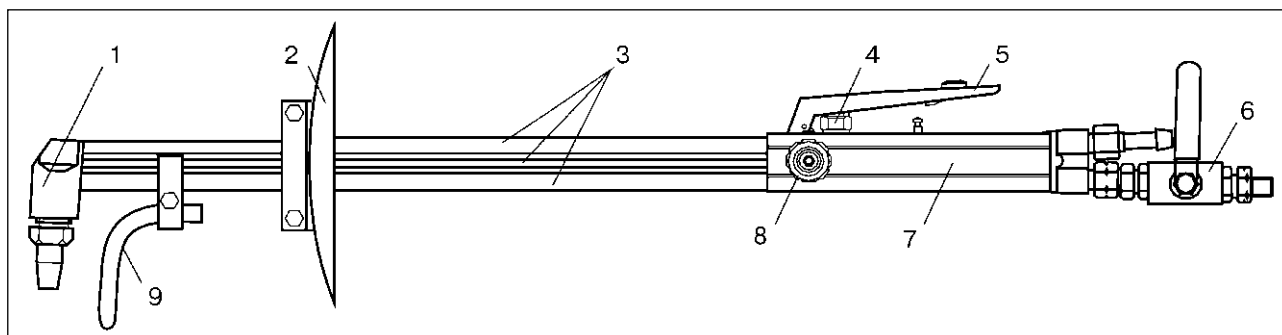


Рис. 2. Флюсопитатель из комплекта КФР



ть 8 подогревающего кислорода (КП) и клапан 4 режущего кислорода с клавишей 5. На входном штуцере с резьбой М16×1,5LN предусмотрен шаровой кран 6 подачи горючего газа с флюсом, обеспечивающий быстрое перекрытие горючего газа в случае обратного удара пламени. Для защиты рук от теплового излучения и брызг расплавленного металла и шлака на подводящих трубках смонтирован щиток 2. Опора 9 позволяет установить нужное расстояние от торца мундштука до поверхности разрезаемого металла в процессе резки.

Флюсонесущий газ поступает из баллона через редуктор в тройник, где разветвляется на два потока: первый — в верхнюю часть флюсопитателя для создания в нем давления, второй — в смесительную камеру для создания вихревого потока. Флюс струей газа и действием силы тяжести увлекается в смеситель, а поступающая в смеситель дополнительная струя газа создает вихревой поток, захватывающий частицы флюса и уносящий их к резаку. Количество флюса, поступающего из флюсопитателя к резаку, регулируют вращением винта смесителя: отвинчивание приводит к увеличению расхода флюса.

Для питания кислородом резак подключают резиноканевым рукавом непосредственно к кислородному редуктору, установленному на кислородном баллоне или распределительном кислородопроводе. Давление кислорода устанавливают не менее 0,7 МПа.

Контрольныерезы, регулярно проводимые заводской испытательной лабораторией на заготовках толщиной 60 мм из СЧ20, где в качестве горючего газа (флюсонесущего) был использован пропан-бутан и применен флюс ПЖР 3.315.28–30 ГОСТ 9849, дали следующие результаты:

скорость резки, мм/мин . . . . .	140
расход флюса, кг/м (кг/мин) . . . . .	0,56 (0,08)
расход кислорода, м³/ч. . . . .	17,6
расход пропан-бутана, м³/ч . . . . .	1,00.

При выборе флюса для кислородно-флюсовой резки необходимо учитывать следующие его свойства:

- химический состав;
- размер зерен;
- сродство к кислороду;
- теплоту сгорания;
- флюсующее действие.

Основой всех флюсов для КФР является железный порошок. Это объясняется несколькими причинами: относительной дешевизной и доступностью железного порошка, выделением достаточно большого количества теплоты при сгорании железа и относительно низкой температурой плавления оксида железа, образующегося при горении железа. Оксиды железа в расплавленном виде жидкотекучи и оказывают хорошее флюсующее действие и легко удаляются из зоны реза кислородной струей. Железный порошок является флюсом термомеханического действия, его чаще всего используют при кислородно-флюсовой резке.

К флюсам механического действия относят кварцевый песок, который плавится в зоне реакции без выделения дополнительного количества теплоты, но связывает тугоплавкие оксиды в более легкоплавкие соединения, т. е. оказывает чисто флюсующее действие в процессе резки. Помимо этого, частицы песка, проходя через рез с большой скоростью, способствуют механическому удалению расплавленных шлаков. Смешивание кварцевого песка с железным порошком приводит к образованию силикатных шлаков системы FeO–SiO<sub>2</sub>, которые имеют большую жидкотекучесть, но только при условии содержания в них 30% SiO<sub>2</sub> (Евсеев Г. Б., Глизманенко Д. Л. *Оборудование и технология обработки металлов и неметаллических материалов.* — М., «Машиностроение», 1974. — 312 с.).

В некоторых случаях для повышения тепловой эффективности к железному порошку добавляют 5–10% алюминия или для улучшения условий флюсования (раз-

Рис. 3. Кислородно-флюсовый резак «КФР-352»

жижения образующихся шлаков) — до 25% железной окалины.

В *таблице* на основе литературных данных приведены ориентировочные составы флюсов, используемые при резке различных материалов.

Железный порошок ПЖР 3.315.28–30 ГОСТ 9849 (изменение №1) производит в Украине Казенный завод порошковой металлургии (Промузел, Бровары, Киевская обл.), в России ПЖВ 4.160.ГОСТ 9849 — ОАО Сулинский металлургический завод «СТАКС» (Красный Сулин, Ростовская обл.).

В условиях лаборатории завода «ДОН-МЕТ» неоднократно производили разделительную резку с использованием в качестве флюса чистого железного порошка марки ПЖР 3.315.28–30 сталей и чугунов: 12Х17; 08Х18Н10Т; Х18Н10Т; СЧ20; СЧ15–32 и др. (*рис. 4*).

Рис. 4. Образец реза, выполненный КФР на заготовке из СЧ20 с использованием железного порошка марки ПЖР3.315.28–30

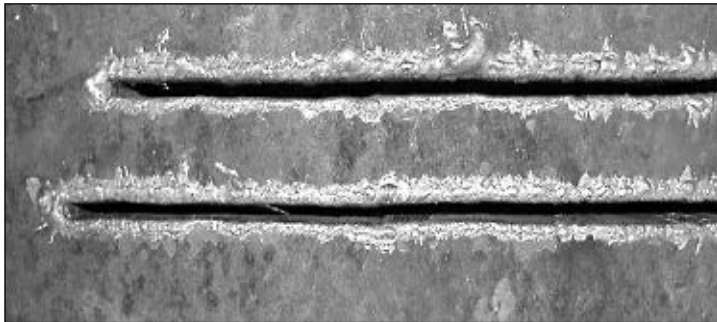


Таблица. Состав флюса для кислородно-флюсовой резки, % по массе

Назначение флюса	Железн. порошок	Алюмин. порошок	Кварцев. песок	Железн. окалина	Доменный феррофосфор
Резка чугуна	100	—	—	—	—
	65–75	5–10	20–25	—	—
	75	—	25	—	—
	65–75	—	—	—	25–35
Резка высоколегированных сталей	100	—	—	—	—
	90–95	5–10	—	—	—
	75	—	—	25	—
Резка меди	70–80	20–30	—	—	—
Резка латуни и бронзы	70–80	5–10	15–20	—	—
	70–75	15–20	—	—	10–15

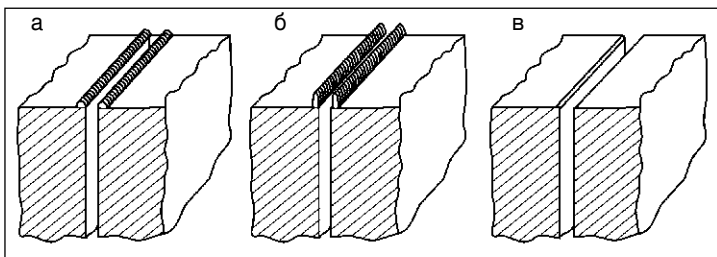


Рис. 5. Вид кромок реза в зависимости от количества подаваемого флюса: а — нормальная подача; б — избыточная; в — недостаточная

Комплект оборудования для кислородно-флюсовой резки можно эксплуатировать при температуре окружающей среды от минус 15 до плюс 50 °С, поэтому его успешно применяют как в цехах, так и на открытых площадках.

Перед началом применения оборудования для КФР необходимо смонтировать газоподводящие линии, начиная с кислородной. После этого проверить наличие разрежения (подсоса) в газовом канале резака, для чего полностью открыть вентили горючего газа и подогревающего кислорода и установить на кислородном редукторе необходимое давление. Подсоединять газовый рукав к резаку можно только при наличии подсоса в газовом канале. Отсутствие подсоса означает недостаточно плотное прилегание конических поверхностей мундштука и головки резака и возможный переток кислорода в газовый канал, который может привести к обратному удару пламени и выходу резака, а зачастую и флюсопитателя, из строя.

После установки требуемого давления кислорода и горючего газа поджигать резак необходимо в такой последовательности:

- приоткрыть вентиль подогревающего кислорода на резаке примерно на 1/10 оборота, затем вентиль горючего газа — на 1/4 оборота и убедиться в том, что из мундштука истекает газ вместе с флюсом;
- соблюдая меры предосторожности, поджечь истекающий из мундштука газ;
- плавно открыть вентиль подогревающего кислорода, следя при этом, чтобы пламя не оторвалось от торца мундштука;
- поочередно плавно вращая вентили горючего газа и подогревающего кислорода, добиться требуемого размера и формы пламени.

Регулировку подачи требуемого количества флюса осуществляют при помощи винта устройства подачи флюса на смесителе флюсопитателя (методом последовательных приближений). При правильно выбранном расходе флюса на верхних кромках в процессе реза остаются небольшие валики расплавленного флюса (*рис. 5, а*). Избыточная подача флюса вызывает нарастание валика на кромках реза (*рис. 5, б*) и уменьшение скорости резки, недостаточная подача флюса также приводит к замедлению резки из-за недостаточной температуры пламени и более высокой вязкости шлака. О недостаточной подаче флюса сигнализирует отсутствие валиков на кромках реза (*рис. 5, в*).

**Особенности резки высоколегированных сталей.** Так же, как и при газокислородной резке, разрезаемую заготовку в точке начала реза подогревают до температуры, достаточной для воспламенения стали в кислороде (практически нагрев ведется до начала оплавления). Время нагрева при кислородно-флюсовой резке примерно такое же, как и при обычной резке низкоуглеродистой стали.

Резку начинают от края заготовки. Это сокращает время нагрева начальной точки реза и исключает появление «зашлаковок» в начале процесса резки, т. е. до момента получения сквозного отверстия. Когда резку начинают внутри контура листа, следует предварительно просверлить отверстие.

В процессе резки расстояние от поверхности заготовки до торца мундштука должно составлять 15–20 мм, сам мундштук при этом располагают под прямым углом к поверхности. Скорость резки в зависимости от толщины разрезаемого ме-

талла, его химического состава и состава флюса составляет от 90 до 500 мм/мин.

**Особенности резки чугуна.** При кислородно-флюсовой резке чугуна скорость резки на 50–55% меньше, чем скорость резки высоколегированных сталей и составляет 40–200 мм/мин в зависимости от толщины металла. Расстояние между поверхностью металла и торцом режущего сопла устанавливают в пределах 30–50 мм. При резке чугуна у кромки реза происходит его отбеливание. Чем выше содержание углерода и кремния в чугуне, тем шире отбеленный слой. Для предотвращения образования отбеленного слоя заготовку перед резкой нагревают и медленно охлаждают после резки.

**Резка меди и ее сплавов** возможна только после предварительного подогрева: меди — до температуры 750–850 °С, а латуни и бронзы — до 380–480 °С. Скорость резки меди и ее сплавов колеблется в пределах 20–180 мм/мин. В остальном отличий от резки высоколегированных сталей нет. ● #357

## Статьи, опубликованные в журнале «Автоматическая сварка» в 2003 г.

### № 5 (май)

Активация как способ повышения эффективности дуговой и плазменной сварки. *Б. Е. Патон, М. М. Савицкий, В. С. Гвоздецкий, И. В. Кривцун, А. М. Савицкий, Ю. Е. Годлис, А. Ф. Лупан*  
 Структура и свойства сварных соединений жаропрочного сплава на основе никеля. *А. А. Сливинский, П. Файт*  
 Особенности кристаллического строения сварных соединений монокристаллов. *Б. А. Задецкий, С. С. Котенко, Е. П. Полищук, К. А. Ющенко, О. М. Барабаш, О. П. Карасевская*  
 Дополнительные подходы к оценке склонности низкоуглеродистых и низколегированных сталей к слоисто-вязким и слоисто-хрупким разрушениям. *А. В. Бернацкий*  
 Перераспределение остаточных сварочных напряжений под воздействием нормально подающей ударной волны. *В. Г. Петушков*  
 Метод оценки эффективности многофакторного управления сварочным процессом. *И. А. Тарарычкин*  
 Расчет вязкости многокомпонентных шлаковых систем порошковых проволок. *В. Н. Шлепаков, С. М. Наумейко*  
 Экономнолегированные высокопрочные стали для сварных конструкций. *Л. И. Миходуй, В. И. Кирьян, В. Д. Позняков, П. А. Стрижак, В. В. Снисаренко*  
 Получение равнопрочных сварных соединений закаляющихся сталей без подогрева и термической обработки. *А. Т. Назарчук, В. В. Снисарь, Э. Л. Демченко*  
 Изготовление боковых стен кузовов вагонов с обшивкой из нержавеющей стали. *Г. Г. Басов, А. Н. Ткаченко*  
 Присадочная проволока для сварки в узкий зазор титанового сплава ВТ23. *В. Ю. Белоус, В. Н. Замков, И. К. Петриченко, В. Ф. Топольский*  
 Прессово-термическое электрогидроимпульсное соединение труб с трубными решетками из высоколегированных сталей. *Л. Ю. Демиденко, Н. А. Онацкая, Е. С. Юрченко*  
 Влияние гидростатического давления при подводной мокрой сварке на свойства сварных соединений. *В. С. Бут, С. Ю. Максимов*

### № 6 (июнь)

Институту сварки России — 50 лет  
 Математическое моделирование абсорбции газов каплей электродного металла. *И. К. Походня, О. М. Портнов*  
 Методика оценки влияния остаточных напряжений на образование продольных холодных трещин в сварных соединениях легированных сталей. *Л. М. Лобанов, Л. И. Миходуй, В. Д. Позняков, О. Л. Миходуй, С. Б. Касаткин, А. А. Сергиенко, П. А. Стрижак*  
 Исследование коррозионного разрушения сварных соединений никельхромомолибденовых сплавов при производстве диоксида титана. *К. А. Ющенко, Т. М. Старушенко, А. А. Наконечный, Л. В. Червякова, Т. Э. Шепиль, В. А. Качанов, Ю. Б. Данилов*  
 Особенности обработки взрывом кольцевого шва трубы, заполненной жидкостью. *В. Г. Петушков*  
 Триботехнические характеристики наплавленного металла системы Fe-Cr-Si-Mn-P. *И. И. Рябцев, Ю. М. Кусков, В. Ф. Грабин, Г. Н. Горданы, Т. Г. Соломийчук, В. В. Полотай*  
 Анализ зависимостей, лежащих в основе функционирования дуговых сенсоров. *Г. А. Цыбульский*  
 Австралийский институт сварочных технологий сегодня. *К. Смолбоун*  
 Применение агломерированных флюсов при сварке низколегированных сталей (Обзор). *В. В. Головки*  
 Диффузионная сварка титановых конструкций (Обзор). *Л. С. Киреев, В. В. Шурупов, В. В. Пешков, А. А. Батищев*  
 Сварка титановых слитков диспергированным расплавом. *Г. В. Жук, Н. П. Тригуб, В. Н. Замков*  
 Совершенствование направляющего канала и роликового узла подачи в полуавтоматах для сварки алюминия и его сплавов. *В. А. Лебедев*  
 Влияние внешнего электромагнитного воздействия на содержание водорода в металле швов при мокрой подводной сварке. *С. Ю. Максимов, Е. А. Прилипка, Р. Н. Рыжов, В. А. Кожухарь*

### № 7 (июль)

Автоматизированная термическая правка сварных тонколистовых конструкций. *Б. Е. Патон, Л. М. Лобанов, Г. А. Цыбульский, О. В. Махненко, Ю. Н. Переверзев*  
 Повышение сопротивления усталости тавровых сварных соединений тонколистового алюминиевого сплава АМг6. *В. А. Шонин, В. С. Машин, О. В. Войтенко, В. В. Новожилов*  
 Уменьшение структурной неоднородности участка неполной перекристаллизации ЗТВ сварных соединений перлитных сталей. *В. В. Дмитрик, А. Н. Пашенко*  
 Структура паяных соединений высоколегированных никелевых сплавов, полученных с использованием дугового нагрева. *В. Ф. Хорунов, С. В. Максимова, И. В. Зволинский*  
 Расчет распределения температуры по длине вылета электрода с учетом тепла, поступающего от капли. *И. В. Пентегов, О. И. Петриенко*  
 Резка взрывом и ее применение. *В. Г. Петушков, Л. А. Волгин, Л. Д. Добрушин*  
 Экономические факторы выбора способов сварки и вентиляции. *А. А. Мазур, С. В. Заяц*  
 Оптимизация параметров режима дуговой сварки в узкий зазор закаляющихся сталей без подогрева. *А. Т. Назарчук*  
 Опыт изготовления воздушных резервуаров локомотивов в ХК «Лугансктепловоз». *Г. Г. Басов, А. Н. Ткаченко, Н. П. Ефимова*  
 Блочно-модульная система управления оборудованием для механизированной и автоматизированной сварки. *С. И. Питула, В. А. Лебедев, А. А. Ткаченко*  
 Износостойкость газотермических покрытий, полученных из композиционных порошков «ферросплав — В4С, SiC». *А. П. Мурашов, Е. А. Астахов, И. А. Демьянов, А. Д. Капула*  
 Схема питания систем управления полуавтомата от напряжения источника сварочного тока. *В. А. Лебедев*



# Технологические характеристики покрытых электродов для дуговой сварки высоколегированных сталей и сплавов

К. А. Ющенко, академик НАН Украины, Ю. Н. Каховский, канд. техн. наук, Г. В. Фадеева, В. И. Самойленко, инженеры, А. В. Булат, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Для изготовления оборудования химических производств, работающего под воздействием агрессивных сред при высоких температурах и давлении, применяют три основные группы высоколегированных сталей и сплавов:

- хромоникелевые коррозионно-стойкие стали типа 12X18H10T для изготовления аппаратуры емкостного типа, работающей под воздействием окислительных сред (азотная, уксусная, фосфорная и другие кислоты), а также растворов щелочей и солей при температуре до +600 °С. При наличии в аппаратах избыточного давления допустимая температура эксплуатации не должна превышать +350 °С;
- хромо-никель-молибденовые стали 10X17H13M2T (ЭИ-448), 10X17H13M3T (ЭИ-432) и 08X17H16M3T для изготовления аппаратуры емкостного типа, работающей под воздействием неокислительных сред (производство карбамида, капролактама, мочевины и др.) при температуре +170–190 °С и избыточном давлении до 18 МПа. Наиболее подходящей для этих производств является сталь 08X17H16M3T. Для конструкций, эксплуатируемых в наиболее жестких условиях, применяют аналогичные стали с ограниченным содержанием углерода — 03X16H15M3 (ЭП-580), 03X17H14M3 (ЭП-844) и 03X21H21M4ГБ;

- хромо-никель-молибдено-медистые стали и сплавы типа 06X23H28M3ДЗТ (ЭИ-943) для изготовления емкостной аппаратуры, транспортировки и хранения серной кислоты различных концентраций, нитрофоски и экстракционной фосфорной кислоты при температуре эксплуатации до +80 °С (за исключением 55%-й фосфорной и уксусной кислот). Для сварки хромоникелевых сталей на территории СНГ применяются более 30 марок электродов, которые отличаются как по химическому составу наплавленного металла, так и по виду покрытия. Общим недостатком большинства из них являются сравнительно низкие сварочно-технологические свойства. Так, электроды основного вида ОЗЛ-8, ЦЛ-11 и ЦТ-15 характеризуются малой стабильностью процесса горения дуги, повышенным разбрызгиванием и крупнокапельным переносом электродного металла с короткими замыканиями дугового промежутка. Ими можно выполнять сварку только постоянным током. Более высокую стабильность горения дуги обеспечивают электроды марки ОЗЛ-36 с рутил-основным покрытием, однако в этом случае формирование вертикальных и потолочных швов значительно хуже, чем при использовании электродов ЦЛ-11, ЦТ-15 и ОЗЛ-8. Более благоприятные сварочно-технологические свойства имеют электроды марки ОЗЛ-14А с покрытием

Таблица 1. Технологические характеристики электродов марки АНВ для сварки коррозионно-стойких сталей и сплавов

Марка электрода, тип наплавленного металла по ГОСТ 10052 или ТУ	Тип свариваемой стали (сплава)	Род сварочного тока	Механические свойства металла шва при температуре +20 °С, не менее				Стойкость против МКК
			$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	KCU, Дж/см <sup>2</sup>	
АНВ-29, Э-07Х20Н9 АНВ-35, Э-08Х20Н9Г2Б	12Х18Н10Т	= (+), ≈	500 500	280 356	30 22	100 80	Нет Да
АНВ-17, Э-02Х19Н18Г5АМ3	08Х17Н13М2Т 08Х17Н13М3Т	= (+)	550 600	250	30	120	Да
АНВ-28, Э-03Х23Н26М4Д3Г2Ф АНВ-42, Э-03Х24Н25Г5М3АД	03Х23Н28М3Д3Т 06ХН28МДТ	= (+)	550	280	26	70	Да

Примечание. = (+) — постоянный ток обратной полярности; ≈ — переменный ток

рутилового вида, позволяющие выполнять сварку как постоянным, так и переменным током от трансформаторов с повышенным напряжением холостого хода ( $U_{х.х}=80$  В), что ограничивает область их применения.

В ИЭС им. Е. О. Патона на протяжении многих лет ведутся работы по созданию высокотехнологичных электродов, позволяющих выполнять сварку как постоянным, так и переменным током во всех пространственных положениях, обеспечивающих легкое повторное зажигание дуги, хорошее формирование шва (мелкочешуйчатое строение поверхности без выпуклости валика), легкую отделимость шлаковой корки, минимальные потери электродного металла от разбрызгивания, а также более благоприятные санитарно-гигиенические характеристики, чем у электродов основного вида. Таким требованиям отвечают электроды АНВ-29 (Э-07Х20Н9) с покрытием рутил-основного вида, предназначенные для сварки изделий из сталей типа 12Х18Н10Т в тех случаях, когда к сварным соединениям не предъявляются требования стойкости против межкристаллитной коррозии (табл. 1).

Для сварки изделий, к которым предъявляются требования стойкости против межкристаллитной коррозии (МКК), разработаны электроды АНВ-35 (тип Э-08Х20Н9Г2Б) с покрытием рутил-основного вида, которые аналогичны электродам АНВ-29 по сварочно-технологическим свойствам. Электроды этих марок по химическому составу наплавленного металла, механическим характеристикам металла шва и сварного соединения, а также по общей коррозионной стойкости и стойкости против МКК соответствуют требованиям ГОСТ 10052-75, ГСТУ 3-17-191-2000, ГСТУ 3-020-2001 и другой нормативной документации.

Среди хромоникелевых следует выделить стали с пониженным содержанием углерода (типа 03Х18Н11), отличающиеся наиболее высокой коррозионной стойкостью. Для сварки таких сталей применяют электроды АНВ-13 и ОЗЛ-22 с покрытиями рутил-основного и основного видов. Указанными электродами можно выполнять сварку только постоянным током во всех пространственных положениях, исключая потолочное.

Для изготовления оборудования из сталей 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т и 08Х17Н16М3Т широко применяют электроды ЭА-400/10у (Э-10Х18Н11Г2Ф) и НЖ-13 (Э-09Х19Н10Г2М2Б) с основным

покрытием. Им присущи те же недостатки, что и электродам ЦЛ-11, ЦТ-15 и ОЗЛ-8. Использование для сварки хромо-никель-молибденовых сталей электродов НЖ-13 позволяет получить более высокую стойкость металла швов против МКК. При этом достаточная технологическая прочность обеспечивается за счет наличия в швах от 2 до 10% ферритной фазы, что, однако, в ряде случаев (производство карбомида и капролактама) может отрицательно сказаться на общей коррозионной стойкости из-за структурно-избирательной коррозии по ферритной составляющей. С целью исключения вышеупомянутых недостатков в ИЭС были разработаны принципиально новая система легирования металла шва, сварочная проволока Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП-690), а также электроды марки АНВ-17 (Э-02Х19Н18Г5АМ3) с покрытием рутил-основного вида (табл. 1). В настоящее время их широко применяют в химическом машиностроении на предприятиях Украины и СНГ. Наряду с электродами АНВ-17 для сварки хромо-никель-молибденовых сталей с пониженным содержанием углерода используют электроды ОЗЛ-20 и ОЗЛ-26А с покрытиями основного вида. Этими электродами, а также АНВ-17 можно выполнять сварку только постоянным током, что ограничивает возможность их применения для ремонтных работ. В настоящее время в ИЭС ведутся работы по усовершенствованию электродов АНВ-17, направленные на расширение их технологических возможностей.

Для сварки хромо-никель-молибдено-медистых сталей и сплавов типа 06ХН28МДТ (ЭИ-943) до настоящего времени применяют электроды марок ОЗЛ-17у (Э-03Х23Н27М3Д3Г2Б) и ОЗЛ-37 (Э-03Х24Н25М3Д3Г2Б) с покрытиями рутил-основного вида. При сварке сплава ЭИ-943 электродами ОЗЛ-17у обеспечивается общая коррозионная стойкость металла шва и стойкость против МКК, однако при изготовлении толстолистовых конструкций не удается достичь требуемой технологической прочности — швы подвержены образованию трещин при повторном нагреве. Для решения этой проблемы в ИЭС были разработаны покрытые электроды и технология сварки, предусматривающая выполнение несущих слоев сварного соединения электродами АНВ-17, а облицовочных (со стороны воздействия агрессивной среды) — электродами АНВ-28 (Э-03Х23Н26М4Д3Г2Ф)

**Таблица 2. Технические характеристики электродов марки АНВ для сварки высокомарганцовистых, жаростойких сталей и сплавов, а также сталей криогенного назначения**

Марка электрода, тип наплавленного металла	Тип свариваемой стали (сплава)	Род сварочного тока	Механические свойства металла шва при температуре +20 °С, не менее			
			$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	KCU, Дж/см <sup>2</sup>
АНВ-66, Э-10Х20Н9Г6	45Г17ЮЗ, 10Х14Г14Н4Т, 110Г13Л и разнородн. соединения	= (+), ≈	590	280	20	120
АНВ-45, Э-08Х19Н18Г8АМЗ	03Х20Н16АГ6 ОН6 и ОН9	= (+), ≈	600	400	20	40 35
АНВ-70, Э-10Х25Н13Г2	20Х23Н13	= (+), ≈	590	340	25	120
АНВ-68, Э-08Х14Н65М15В4Г2	ХН78Т	= (+)	600	280	20	100

или АНВ-43 (Э-03Х19Н19Г6М2). Перечисленные электроды имеют покрытие основного вида и позволяют выполнять сварку во всех пространственных положениях только постоянным током. Работы по созданию более совершенных электродов для сварочных и ремонтных работ натуральных изделий из сплава ЭИ-943 продолжаются.

Высокомарганцовистые стали аустенитного класса находят широкое применение в горнодобывающей, металлургической, транспортной, строительной и других отраслях промышленности благодаря уникальным физико-механическим свойствам, в том числе при низких температурах. В металлоконструкциях их используют, как правило, в сочетании с другими сталями, например, низко- и среднеуглеродистыми и низколегированными.

Для сварки высокомарганцовистых сталей типа 10Х14Г14Н4Т (ЭИ-711), 45Г17ЮЗ и 110Г13Л, а также соединений разнородных сталей, например, низколегированных с хромоникелевыми сталями аустенитного класса, применяют электроды марки НИИ-48Г. Разработанные в ИЭС им. Е. О. Патона новые электроды марки АНВ-27 (Э-12Х12Н7Г15) и АНВ-66 (Э-10Х20Н9Г6) обладают лучшими сварочно-технологическими свойствами (табл. 2). Эти электроды обеспечивают хорошее формирование металла шва при коэффициенте наплавки 14–16 г/(А·ч) и пригодны для сварки как постоянным, так и переменным током во всех пространственных положениях (напряжение холостого хода сварочного трансформатора – не менее 70 В).

Для хранения и транспортировки сжиженных газов при температурах до +196 °С применяют изотермические резервуары из ферритных сталей ОН6 и ОН9, которые успешно конкурируют с более дорогостоящими аустенитными. Для сварки металлоконструкций таких резервуаров используют главным образом высоконикелевые

присадочные материалы, в частности, электроды ОЗЛ-25Б (Э-10Х20Н70Г2М2Б2В) с покрытием основного вида. Сварку этими электродами выполняют постоянным током во всех пространственных положениях. Однако в ряде случаев они не обеспечивают достаточной стойкости швов против пористости, возникают также проблемы, связанные с магнитным дутьем. В ИЭС разработаны более экономичные электроды марки АНВ-45 (Э-08Х19Н18Г8АМЗ) с покрытием основного вида, позволяющие выполнять сварку во всех пространственных положениях как постоянным, так и переменным током, обеспечивающие высокую стойкость против образования пор и исключают магнитное дутье в процессе сварки. Электроды АНВ-45 можно использовать также при изготовлении криогенной аппаратуры из аустенитной стали 03Х20Н16АГ6.

Для сварки жаростойких сталей типа 20Х23Н13 (ЭИ-319) и 20Х23Н18 (ЭИ-417), работающих под воздействием окислительных сред при температурах до +1000 °С, и соединений разнородных сталей, например, низколегированных со сталями аустенитного класса, а также хромистых сталей типа 15Х25Т (ЭИ-439), в ИЭС взамен электродов ОЗЛ-6 разработаны электроды АНВ-70 (Э-10Х25Н13Г2) с покрытием рутил-основного вида. Они позволяют выполнять сварку как постоянным, так и переменным током во всех пространственных положениях. Для изготовления элементов узлов камер сгорания газовых турбин, работающих при температурах вплоть до +1100 °С, применяют сплавы типа ХН78Т (ЭИ-435), а для узлов, работающих при температурах до +800 °С, – ХН70ВМЮТ (ЭИ-765). Сварку этих сплавов до настоящего времени выполняют электродами ЦТ-28 (Э-08Х14Н65М15В4Г2) с покрытием основного вида постоянным

(Окончание на стр. 35)



# Технология газодинамического нанесения металлических покрытий

## Часть 1. Процесс формирования покрытия

*О. Ф. Клюев, А. И. Каширин, А. В. Шкодкин, кандидаты физ.-мат. наук, Обнинский центр порошкового напыления (Обнинск, Россия)*

Формирование металлических покрытий газодинамическим способом основано на явлении закрепления твердых металлических частиц, обладающих большой кинетической энергией, на поверхности мишени-подложки в процессе высокоскоростного удара. Для нанесения покрытий можно использовать напылительное оборудование серии ДИМЕТ (Обнинский центр порошкового напыления), конструкция которого обеспечивает создание воздушного сверхзвукового потока, введение в этот поток частиц порошкового материала и ускорение частиц до скорости, необходимой для формирования покрытий. Принципиальной особенностью рассматриваемой технической реализации газодинамического метода является использование в качестве рабочего газа подогретого сжатого воздуха, а в качестве материалов для нанесения покрытий — порошковых композиций, представляющих собой смеси частиц пластичного металла и керамических частиц (либо смеси металлических частиц, существенно различающихся по твердости).

При нанесении покрытий скорость частиц порошкового материала в сверхзвуковом сопле благодаря потоку воздуха увеличивается до нескольких сотен метров в секунду и, направляясь на подложку, соударяются с ней. Процесс взаимодействия частиц с подложкой может быть условно разделен на три стадии.

На первой стадии поток высокоскоростных частиц за счет эрозионного воздействия эффективно очищает поверхность подложки от оксидов, масел, рыхлой ржавчины, абсорбированных веществ и других загрязнений. Поверхность активизируется, обнажаются ювенильные участки, формируется развитый микрорельеф поверхности подложки.

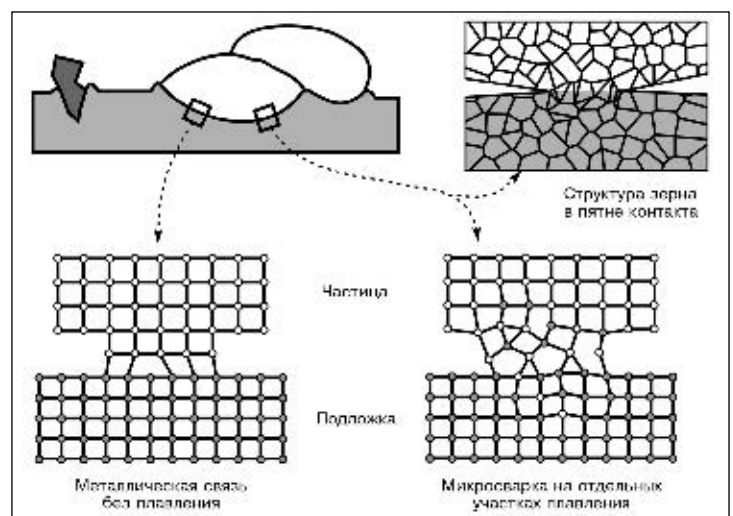
Вторая стадия — формирование зоны контакта покрытия с подложкой, ответственной за прочность сцепления. Часть частиц керамики при ударе внедряется в поверхность, образуя прочное механическое сцепление с ней. При соударении металлических частиц с поверхностью подложки происходит их пластическая деформация и образование в пятне контакта химических связей.

На третьей стадии происходит формирование последующих слоев покрытия, т.е. образование основной массы покрытия; ее удобно называть «наращиванием» покрытия. При этом падающие частицы взаимодействуют уже не с подложкой, а с такими же частицами, закрепившимися в первом

слое. Последовательные удары частиц по закрепившимся на поверхности частицам металла дополнительно деформируют их, уплотняя тем самым покрытие, уменьшая или вовсе устраняя зазоры между частицами (уменьшая его пористость), увеличивая зоны контакта соседних частиц (повышая когезионную прочность покрытия). Керамические частицы в силу статистического характера процесса, отдавая часть своей энергии на формирование покрытия, могут и не закрепиться в нем.

Анализ процесса формирования покрытий и их структуры показывает, что можно выделить несколько основных механизмов, ответственных за сцепление частиц с подложкой и друг с другом (рис. 1).

Рис. 1. Механизмы, ответственные за сцепление частиц покрытия с подложкой и друг с другом



Во-первых, тесное соприкосновение кристаллических решеток частиц и подложки (или разных частиц) до образования металлических связей, по крайней мере, на отдельных участках пятна контакта. При этом нигде в пятне контакта не происходит плавления частицы или подложки. Такой механизм сцепления аналогичен механизму сцепления при сварке взрывом.

Во-вторых, на отдельных выступах и неровностях падающих частиц может происходить их плавление и осуществляться точечная микросварка.

В третьих, при тесном соприкосновении ювенильных поверхностей разнородных материалов может проявляться межмолекулярное взаимодействие этих материалов (типичный пример такого механизма можно наблюдать, например, при напылении зеркального алюминиевого покрытия на стекло).

В четвертых, определенную роль может играть механическое сцепление частиц с подложкой, в частности, при глубоком проникновении частиц в подложку.

Конкретное соотношение относительной роли различных механизмов сцепления в различных случаях может существенно отличаться в различных типах покрытий и при различных режимах их нанесения и является предметом отдельного исследования.

**Особенность структуры покрытий**, получаемых газодинамическим способом, заключается в том, что они представляют собой композитный материал, состоящий из металлической матрицы и включенных в нее керамических частиц (или частиц других металлов). Типичная структура покрытия показана на *рис. 2*. На всей границе подложки с покрытием отсутствуют зазоры, полости, посторонние включения. В поверхностный слой подложки с определенной регулярностью внедрены керами-

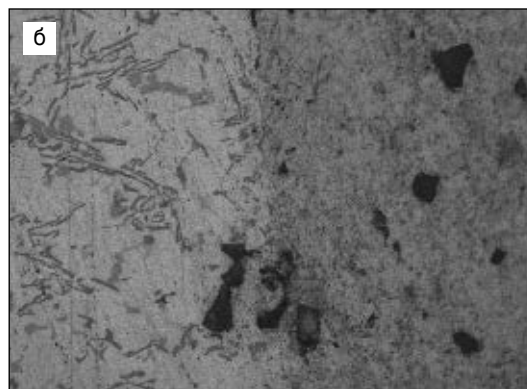
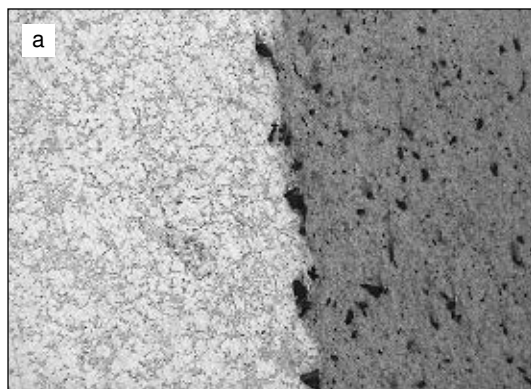
ческие частицы, что подтверждает описанный выше процесс формирования покрытий. Керамические частицы равномерно распределены и по всей толщине покрытия, что также подтверждает их участие в создании основной массы покрытия.

Изучение зоны перехода «покрытие-подложка» с помощью характеристического рентгеновского излучения показывает отсутствие диффузионной зоны, в которой бы присутствовали материалы покрытия и подложки; при этом наблюдается скачкообразное изменение химического состава материала — от материала покрытия к материалу подложки. Это соответствует описанному механизму, так как формирование покрытия идет с незначительным разогревом подложки, а само интенсивное взаимодействие частиц с подложкой протекает за короткое время. Исследования химического состава покрытий выявили, что в него входят те элементы, которые присутствуют в порошковом материале. За счет отсутствия на всех этапах технологического процесса высоких температур не происходит никакого окисления или другого преобразования исходных металлов и керамики.

Соотношение компонентов покрытия, определяемое требованиями к покрытию, устанавливают на стадии его разработки и испытаний. Содержание керамики в порошковом материале является существенным фактором, обуславливающим адгезионную прочность покрытия. Обычно содержание керамики в покрытии может быть задано в диапазоне от 2 до 25%.

В процессе разработки различных по составу и назначению покрытий был проведен большой объем измерений механических характеристик покрытий. Типичные значения адгезионной прочности газодинамических покрытий, получаемых рассматриваемым способом с использованием оборудования ДИМЕТ различных моди-

Рис. 2. Типичная структура покрытия из алюминия с добавлением керамики (электрокорунда) на подложке из стали: а — увеличение  $\times 200$ ; б — увеличение  $\times 1000$



фикаций, лежат в пределах 40–80 МПа, в отдельных случаях достигая 100 МПа, и практически никогда не снижаясь ниже 20 МПа. Исключение могут составлять покрытия, наносимые на твердую керамику, в этом случае адгезия покрытий лежит обычно в диапазоне 10–20 МПа. Можно отметить также, что алюминиевые покрытия обычно имеют несколько большую прочность сцепления со всеми типами подложек, чем покрытия из других металлов, наносимых в аналогичных условиях.

При проведении испытаний адгезионной прочности покрытий штифтовым методом было установлено, что когезионная прочность различных покрытий сравнима с их адгезионной прочностью.

Кроме испытаний механических свойств покрытий, проводившихся в обычных условиях, некоторые типы покрытий испытывали в специальных условиях, имитирующих условия эксплуатации. Многократные испытания адгезионной и когезионной прочности алюминиевых покрытий после многократного термоциклирования от криогенных температур (жидкий азот) до обычных условий показали, что эти параметры покрытий практически не изменяются. Испытания когезионной прочности алюминиевых покрытий, проведенные при криогенных температурах, показали, что при криогенной температуре прочность покрытия на разрыв увеличивается в 1,5–1,7 раза. Из металлофизики известно о возрастании прочности алюминия при низких температурах, поэтому в данном случае можно утверждать, что между отдельными частицами в алюминиевом газодинамическом покрытии формируются типичные металлические связи.

**Пористость газодинамических покрытий**, понимаемая как процентное отношение объема пустот в покрытии к общему объему покрытия, может изменяться в достаточно широких пределах. Измерения показали, что типичные значения пористости газодинамических покрытий лежат в диапазоне 3–7%. В отдельных случаях, используя специальные порошковые материалы или специальные режимы напыления, можно получать пористость покрытия за пределами этого диапазона. Выявлена качественная зависимость, состоящая в том, что с увеличением содержания в порошковом материале керамики (твердых частиц) уменьшается пористость получаемого покрытия. Многочисленные измерения пори-

стости покрытий, получаемых с помощью оборудования ДИМЕТ, показали, что она обычно существенно меньше пористости покрытий, получаемых дуговой металлизацией, находится на нижнем пределе значений, типичных для большинства газопламенных и плазменных способов, и сравнима с пористостью детонационных покрытий.

Толщина покрытий, наносимых оборудованием ДИМЕТ, может быть любой. Все покрытия можно обрабатывать всеми известными способами механической обработки — сверлением, строганием, фрезерованием, токарной обработкой, шлифовкой, полировкой и т. п. Обязательным требованием при такой обработке является малая подача режущего инструмента, так как при большой подаче к покрытию прилагаются большие усилия, превышающие его прочность на разрыв.

Покрытия, нанесенные газодинамическим способом, имеют следующие преимущества, которые делают возможным и целесообразным применение этого способа в различных областях промышленности:

- в качестве рабочего газа для ускорения частиц используют сжатый воздух, что повышает доступность и безопасность данной технологии;
- частицы порошкового материала в процессе их ускорения не нагреваются выше 200–300 °С и находятся в твердом состоянии, а также не подвергаются окислению при нанесении покрытия;
- формирование покрытий из твердых частиц не вызывает высокотемпературного разогрева подложки, что обеспечивает низкий уровень остаточных напряжений в покрытиях, высокую адгезию покрытий и возможность «наращивания» большой толщины покрытия;
- при нанесении покрытий на покрываемое изделие оказывается незначительное тепловое воздействие, поэтому материал подложки, также как и материал частиц, не подвергается окислению;
- при воздействии высокоскоростного потока частиц происходит очистка поверхности от загрязнений, а также эффективная ее активация, что способствует повышению прочности сцепления покрытия с подложкой;
- покрытия обладают высокой адгезией, когезией, плотностью, значения которых близки к значениям, получаемым при детонационном способе. ● #359

# Дугоконтактная сварка тавровых соединений строительных конструкций

Д. М. Калеко, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

При изготовлении закладных деталей для железобетонных зданий и сооружений и анкерования крупногабаритных металлоконструкций для удержания защитных и эксплуатационных покрытий, например, химической или/и тепловой изоляции, широко используют тавровые соединения стержней из низкоуглеродистых и арматурных сталей. Таким соединениям всегда уделяли большое внимание, совершенствование технологии их изготовления и в настоящее время является актуальным, несмотря на интенсивную работу, проведенную в этом направлении, и разработку различных способов сварки, удовлетворяющих требованиям стандартов и других регламентирующих документов.

T-образные соединения стержней с плоскими элементами конструкций осуществляют сваркой давлением (контактной, трением) и плавлением (преимущественно ручной дуговой). Однако до 95% таких соединений в Западной Европе и Северной Америке выполняют дугоконтактной сваркой (способом приварки шпилек) с нагревом стыкуемых поверхностей (торца стержня и участка детали, к которой он должен быть приварен) дугой постоянного тока или конденсаторным разрядом. При этом конденсаторную сварку применяют главным образом для приварки шпилек диаметром до 8 мм из низкоуглеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей, а также сплавов меди, алюминия, никеля, магния и титана. Лишь в последнее

время разработаны новый способ конденсаторной сварки и реализующая его установка К747МВ, позволяющие увеличить диаметр привариваемой шпильки до 10 мм, а также удлинить сварочный и управляющий кабели с 3 до 30 м. По-видимому, здесь достигнут результат, близкий к предельному, учитывая естественные границы возможного расширения столба дуги, питающейся разрядным током конденсаторов. Поэтому при приварке стержней, имеющих диаметр более 10 мм, целесообразен переход к дуге постоянного тока.

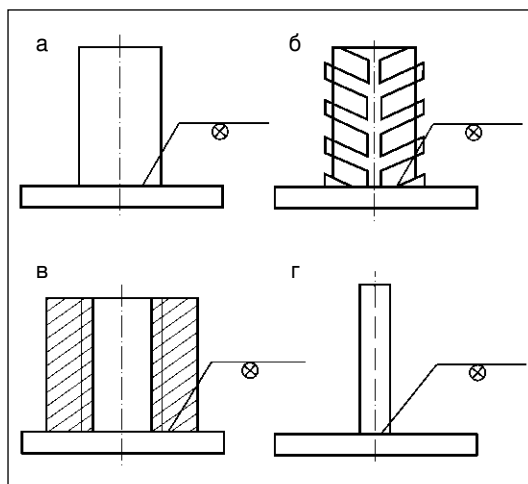
Кроме этого, имеются и чисто металлургические причины при изготовлении закладных деталей и анкерования металлических конструкций из известных способов дугоконтактной сварки выбрать приварку стержней в керамических кольцах.

Сварные узлы, создаваемые способом приварки шпилек, показаны на рис. 1. Такие соединения можно сваривать дугой постоянного тока под флюсом, в защитном газе или керамических кольцах\*. Защитный газ, в качестве которого используют смесь  $Ar(80\%)+CO_2(15\%)+O_2(5\%)$ , применяют только при сварке цветных металлов и нержавеющей сталей, а также при приварке полых деталей вращающейся дугой. Повсеместно используют керамические кольца, которые, кроме защитной функции, формируют выдавленный при осадке расплавленный металл в виде валика вокруг стержня.

По сравнению с ручной дуговой и контактной сварками тавровых соединений при дугоконтактной сварке стержней в керамических кольцах намного сокращается время сварки ( $t_{св} \leq 0,8$  с для стержней диаметром до 20 мм), появляется возможность использовать ручной инструмент при монтаже в полуавтоматическом цикле. При этом отсутствуют выделение газов, световое излучение, магнитные поля, разбрызгивание и угар свариваемого металла.

\* Флюсовые кольца из-за их гигроскопичности и низкой механической прочности практически уже не применяют.

Рис. 1. Сварные узлы, изготавливаемые дугоконтактным способом приварки шпилек, в которых к плоским элементам присоединяют: а — стержни гладкие или с наружной резьбой; б — арматурные стержни; в — втулки различной формы гладкие или с внутренней резьбой (болтики, гайки); г — плоские детали



На рис. 2 показана последовательность дугоконтактной приварки стержней в керамических кольцах.

Процесс сварки начинают с контакта между стержнем и поверхностью, к которой он должен быть приварен (рис. 2, а). Поэтому условиями стабильности сварки являются специальная подготовка (заострение) торца стержня и отсутствие в контакте свариваемых деталей непроводящих покрытий или загрязнений.

На следующем этапе процесса (рис. 2, б) стержень отрывают от изделия на 1–1,5 мм с одновременным возбуждением вспомогательной слаботочной дуги. После этого включают основную сварочную дугу, которая оплавляет свариваемые поверхности. По истечении заданного времени горения дуги стержень под действием пружины осадки совершает обратное движение с управляемой скоростью в сторону изделия. Глубину погружения стержня в ванну жидкого металла устанавливают до начала процесса. Расплавленный металл выжимается из ванны, заполняя полость кольца (рис. 2, в). Процесс завершается кристаллизацией металла, выдавленного в форму и создающего усиление стыка. После этого удаляют керамическое кольцо (рис. 2, г).

Примерные режимы сварки приведены в табл. 1.

Для облегчения возбуждения дуги и ее стабилизации, а также для раскисления сварочной ванны торец стержня, привариваемого дугоконтактным способом, в зарубежной практике покрывают слоем алюминия или запрессовывают в него алюминиевый шарик. В работах ИЭС им. Е. О. Патона показано, что надежное возбуждение дуги и высокое качество сварного соединения может быть также достигнуто при заточке торца стержня на конус с углом при вершине 140–160°.

Описанным способом в настоящее время сваривают стали с содержанием углерода до 0,20%. Хорошее качество показали также соединения шпилек из низкоуглеродистой стали с изделиями из высокоуглеродистых сталей, выполненные конденсаторной сваркой.

Для приварки стержней из среднеуглеродистой арматурной стали к пластине из низкоуглеродистой стали потребовалось создать такую технологию, при которой в шве отсутствуют закалочные структуры, а прочность сварного соединения не меньше прочности стержня. Из известных способов

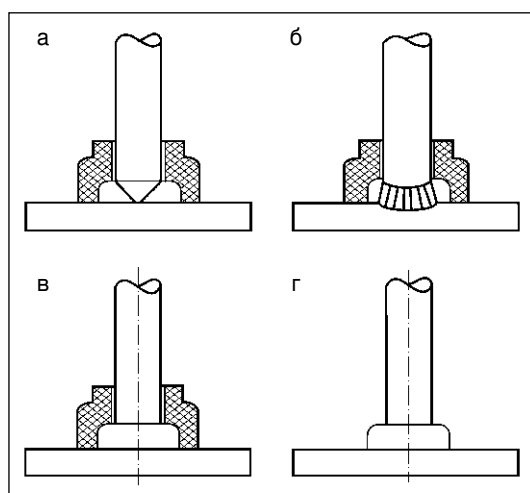


Рис. 2. Стадии дугоконтактной сварки стержней в керамических кольцах

Таблица 1. Режимы сварки стержней в керамических кольцах

Диаметр стержня, мм	Сила сварочного тока, А	Время сварки, с	Длина оплавленной части стержня, мм
8	600	0,20	3
10	700	0,25	3
12	900	0,30	3
14	1100	0,35	5
16	1300	0,40	5
18	1500	0,50	5
20	1700	0,60	5

дугоконтактной сварки этому условию наилучшим образом отвечает сварка на постоянном токе. По сравнению с другими этот способ характерен сравнительно большой продолжительностью нагрева (0,1–3 с), в то время как при конденсаторной сварке время горения дуги составляет 0,003–0,008 с, а при дуговой сварке «коротким циклом» без керамических колец — 0,03–0,1 с. Повышение времени горения дуги приводит к увеличению объема нагретого металла и, соответственно, к снижению скорости охлаждения расплавленного металла между стержнем и листом. Это позволяет избежать падения пластичности как закристаллизовавшегося металла в стыке, так и металла привариваемого стержня в зоне термического влияния.

Разработана технология приварки стержней из арматурных сталей А-I, А-II, Ас-II, А-III и Ас-III, химический состав которых отвечает сталям соответственно Ст3, Ст5, 18Г2С, 35ГС и 25Г2С. Требования к сварным соединениям соответствуют ГОСТ 10922–90 «Арматурные изделия и закладные сварные детали для железобетонных конструкций. Технические требования и методы испытаний».

Тавровые соединения стержней диаметром более 10 мм, как правило, сваривают в керамических кольцах. Однако эксперименты показали, что при сварке стержней из арматурных сталей, по крайней мере в нижнем положении, предпочтительнее сварка под флюсом. Это дает возможность удовлетворительно приваривать стержни из среднеуглеродистых сталей, соответствующих классу А-III, без появления хрупких закалочных структур. Отмечаемое явление объясняют увеличением времени охлаждения сварного соединения благодаря относительно большому объему расплавленного флюса. Опыты показали, что предварительный подогрев неэффективен для увеличения тепловложения при тавровой дугоконтактной сварке.

Наиболее подходящим для тавровой приварки стержней из арматурных сталей является флюс АН-60, имеющий способность стабилизировать дугу вплоть до разрывной длины 11 мм. Это свойство флюса позволяет приваривать стержни диаметром до 25 мм благодаря высокой устойчивости дуги при ее перемещении по свариваемым поверхностям стержня и листа.

Применение флюса потребовало увеличить тепловложение (рис. 3) по сравнению с тепловложением при сварке в керамических кольцах. Например, для приварки стержня диаметром 16 мм в керамическом кольце при силе тока 1600 А достаточно времени горения дуги 0,65 с, а при сварке под флюсом время горения дуги пришлось увеличить до 1,3 с. Прочность такого соединения составляет 110 кН, а разрушение происходит по основному металлу на расстоянии 30 мм от стыка.

Дугоконтактная тавровая приварка стержней диаметром более 12 мм под флю-

сом дает высокий результат при заточке привариваемого торца стержня на конус с углом при вершине 160°. Это обеспечивает возбуждение дуги по оси стержня вплоть до его отклонения от перпендикулярности к поверхности конструкции на угол 8°, в то время как без такой заточки угол наклона не может превышать 3°. Экспериментально установлено, что указанная заточка стержней безусловно необходима для стержней диаметром 16–18 мм при сварке на вертикальной плоскости в керамических кольцах, а для стержней диаметром 22–25 мм – при сварке под флюсом и сварке в нижнем положении.

Длину дуги желательно выдерживать максимально возможной для имеющегося сварочного пистолета, так как при этом создаются более благоприятные условия для свободного переноса капли и снижается вероятность короткого замыкания капель расплавленного металла. Это особенно важно при сварке стержней большого диаметра.

В табл. 2 приведены оптимальные режимы сварки, результаты механических испытаний и их показатели по ГОСТ 10922. Как видно, способ дугоконтактной тавровой сварки безусловно позволяет получить соединения арматурных сталей класса А-I и А-II, соответствующие требованиям ГОСТа. Для сталей А-III получены соединения, близкие к этим требованиям (с отклонением менее 3,5%).

Режимы, приведенные в табл. 2, относятся к сварке под флюсом в нижнем положении. При сварке на вертикальной плоскости в керамическом кольце нужно уменьшать продолжительность горения дуги при одновременном увеличении силы сварочного тока. Такое изменение режима предотвращает и устраняет опасность вытекания расплавленного металла из керамического кольца при избыточной глубине проплавления. Пример соединения стержня из арматурной стали А-II в керамическом кольце приведен на рис. 4.

Металлографический анализ показал, что кристаллизация расплавленного металла идет одновременно со стороны стержня и листа с образованием столбчатых кристаллитов, сходящихся по средней линии зоны стыка. На периферии стыка эта линия является биссектрисой угла между оплавленными поверхностями стержня и листа. Зона соединения не имеет несплошностей или разрывов, что и

Рис. 3. Зависимость между оптимальными значениями силы сварочного тока и времени сварки при дугоконтактной тавровой приварке стержней из стали класса А-II в нижнем положении (цифры у кривых соответствуют номинальным диаметрам стержней, мм)

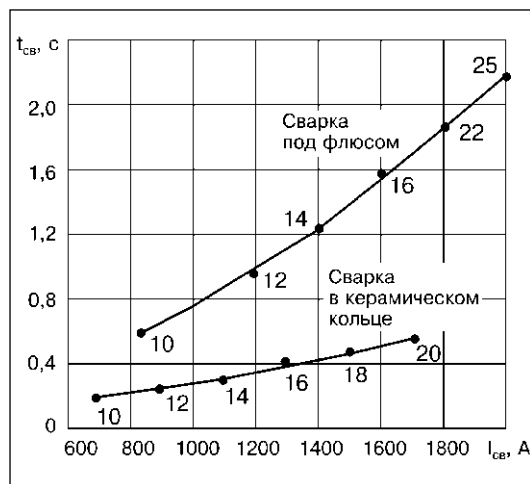


Таблица 2. Результаты испытаний сварных соединений из арматуры

Диаметр стержня, мм	Класс арматуры	Режим сварки		Разрушающее напряжение $\sigma$ , МПа	Размах, R	Показатели по ГОСТ 10922-90	
		сила сварочного тока, А	время, с			R	$\sigma_{ср}$ , МПа, не менее
10	A-I	1000	0,32	<u>538-557</u> 549	19	Не более 39	314
	A-II	850	0,64	<u>531-554</u> 545	23	Не более 39	432
12	A-II	1000	0,76	<u>608-663</u> 630	55	39-78	461
14	A-I	1250	0,82	<u>526-528</u> 526	2	Не более 39	314
	Ac-II	1200	1,0	<u>547-549</u> 548	2	Не более 39	432
16	A-II	1400	1,26	<u>550-552</u> 551	2	Не более 39	432
18	A-III	1600	1,6	<u>518-606</u> 570	88	78-118	589
22	A-I	1800	1.92	<u>393-397</u> 395	4	Не более 39	314
25	A-I	2000	2.2	<u>369-371</u> 370	2	Не более 39	314

обеспечивает высокую прочность соединения на растяжение.

Микроструктура ЗТВ в стержне неоднородна. На периферии зерен в виде светлых прожилок наблюдается доэвтектоидный феррит, а сами зерна представляют собой смесь игольчатого феррита с бейнитом, характерную для марганцовистых сталей. Измерение микротвердости (рис. 5) подтверждает достаточную пластичность металла в сварном соединении.

Некоторое увеличение твердости металла стыка, закристаллизовавшегося вблизи стержня, компенсирует общая невысокая микротвердость зоны сварки. Структура и микротвердость ЗТВ на пластине свидетельствуют о невысокой скорости охлаждения.

Дугоконтактная приварка стержней в керамических кольцах по всем основным экономическим показателям (расходу материалов и электроэнергии, а также производительности труда) обладает преимуществами перед ручной дуговой сваркой. Это же относится и к сварке под флюсом в нижнем положении. Но кроме превосходных экономических показателей, данный способ позволяет вести сварку в монтажных условиях, что недоступно для контактной сварки оплавлением, и требует меньшей квалификации сварщика, чем другие способы дуговой сварки.

● #360

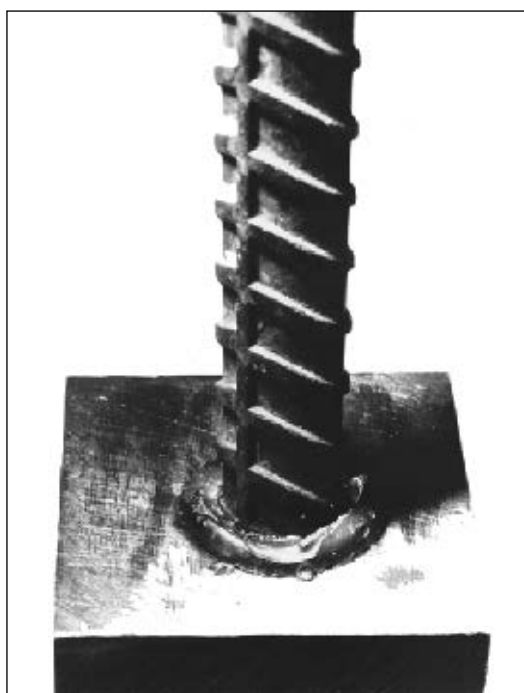


Рис. 4. Сварное соединение стержня из стали А-II с пластиной из стали 09Г2С

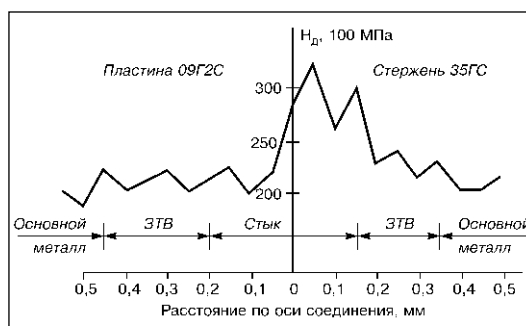


Рис. 5. Распределение микротвердости по оси соединения

## Универсальный малогабаритный сварочный аппарат «БЛИЦ» для точечной сварки

В 1997 г. нашей фирме потребовался аппарат для точечной сварки, обеспечивающий серийную сборку небольших, практически ювелирных изделий. Требования к аппарату были просты — удобное сваривание тонких нержавеющей листов с гарантированным качеством и приваривание их к массивным элементам конструкций.

Готового малогабаритного и удобного оборудования мы не подобрали, размеры универсального промышленного оборудования нас не устроили, цены тоже. После консультаций на кафедрах сварки в ведущих университетах стало ясно, что изготовление такого оборудования по специальному заказу обойдется достаточно дорого и потребует много времени.

В кратчайшие сроки нам пришлось самостоятельно разработать необходимое для нас оборудование. Естественно, при этом мы стремились обеспечить потребности только собственного производства, однако аппарат оказался настолько удачным и универсальным, что мы решили его продавать как новый товар фирмы под названием «БЛИЦ».

За это время «БЛИЦ» прошел многократную модернизацию, что существенно улучшило его эксплуатационные и технические характеристики:

*Параметры электросети, В/Гц . . . . . 220/50*  
*Толщина свариваемого металла, мм . . 0,05–0,6*  
*Максимальная мощность*  
*в импульсе, Вт . . . . . 5000*  
*Производительность, точ./мин . . . . . 80*  
*Габаритные размеры, см . . . . . 25×21×15*  
*Масса без упаковки, кг, не более . . . . . 13*

Сегодня этот аппарат успешно применяют как на малых фирмах, так и на больших производственных предприятиях («Салют» и Центр Келдыша, Москва; «СаранскКабель», «ПРИБОЙ», Таганрог и др.).

Сфера применения аппарата:

- сваривание стальной фольги и приваривание ее к массивным стальным элементам конструкций;
- предварительное крепление деталей перед пайкой;
- крепление ленточного припоя к сложным деталям в процессе их сборки перед пайкой;
- сваривание проволоки диаметром до 2 мм;
- сваривание сетки при изготовлении фильтров;
- приваривание перемычек к аккумуляторным батарейкам блоков питания (например, сотовых телефонов и «ноутбуков»);
- сращивание бронеленты при изготовлении силового кабеля;
- изготовление художественных изделий из металла.

● #361

«БЛИЦ» сертифицирован.

ООО «ИЗОБРЕТАТЕЛЬ»

www.izobretatel.msk.ru т.: (095) 746–7156

mail@izobretatel.msk.ru т/ф.: (095) 456–3379







**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. На Ваши вопросы ответит канд. техн. наук Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.**

**С какой целью и при каких условиях назначают предварительный или сопутствующий подогревы при сварке конструкционных сталей? Как контролировать температуру свариваемых деталей?**

**Ю. В. Козьмин (Кузнецовск)**

Предварительный и сопутствующий подогревы применяют для управления тепловым режимом сварки, они являются одним из наиболее действенных технологических средств, снижающих вероятность появления холодных трещин. Их образование связано с наличием в конструкционных сталях легирующих элементов, таких как марганец, хром, молибден и др., понижающих температурный интервал  $\gamma$ - $\alpha$  превращения. Поэтому при сварке в металле ЗТВ возрастает вероятность образования закалочных структур и понижается сопротивляемость образованию холодных трещин.

При изготовлении ответственных металлоконструкций и сооружений, например из микролегированных сталей 09Г2ФБ, 12Г2СМФ, 16Г2АФ, температуру подогрева выбирают с учетом степени легирования стали, оцениваемой по величине  $S_{экв}$ , толщины стенки  $S$  свариваемых конструкций, температуры окружающего воздуха  $t_{окр}$  и вида покрытия электрода. Так, при сварке труб из этих сталей электродами с основным покрытием:

- при  $S_{экв}=0,42...0,46\%$ ,  $S=12...16$  мм,  $t_{окр}=+10...35$  °С температура подогрева равна 100 °С. При большей толщине стенки подогрев до температуры 100 °С выполняют независимо от температуры окружающего воздуха.

- при  $S_{экв}=0,47...0,51\%$ ,  $S=10...12$  мм,  $t_{окр}=0...-20$  °С температура подогрева составляет 100 °С. При  $S$  от 12 до 18 мм и от 18 до 26 мм подогрев до температур соответственно 100 и 150 °С назначают независимо от температуры окружающего воздуха.

Пределы температуры предварительного подогрева при сварке жаропрочных перлитных сталей составляют:

- для сталей марок 12МХ, 12ХМ, 15ХМ толщиной от 10 до 30 мм — 150–300 °С, более 30 мм — 200–350 °С;

- для сталей марок 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ толщиной от 6 до 30 мм — 250–400 °С, более 30 мм — 300–450 °С.

Для предотвращения образования холодных трещин при сварке низколегированных бейнитно-мартенситных сталей, например, марок 14Х2ГМР, 13ХГМРБ, 14Х2САФД и др. предварительный подогрев, как правило, назначается при сварке металла толщиной более 20 мм или при сварке угловых соединений из проката толщиной 12 мм. Температура подогрева в этих случаях составляет 80–100 °С. При сварке металла толщиной более 40 мм температура подогрева составляет 100–150 °С. При выполнении предварительного подогрева протяженных разделок кромок металла таких толщин возможно ограничение температуры подогрева до 80–100 °С за счет введения дополнительного послесварочного нагрева сварных соединений в интервале 150–200 °С, что также способствует удалению диффузионного водорода из металла шва и снижает скорость охлаждения в ЗТВ.

Одним из методов контроля температуры предварительного, сопутствующего и последующего подогревов является применение плавких термоиндикаторных карандашей, например, фирмы «LACO» (США). Они представляют собой лакополимерную композицию со строго определенной температурой плавления (номинал карандаша). Точность измерения температуры карандашом составляет 1,5% от его номинала. Карандаш рассчитан на выполнение более 1000 измерений, компактен, надежен и удобен в применении. Измерение температуры с помощью термоиндикаторных карандашей осуществляется следующим образом: на нагретую или холодную поверхность (в зоне подогрева) наносится мазок карандашом. В исходном состоянии мазок хрупкий, рассыпчатый и напоминает меловой след. При достижении поверхностью температуры, соответствующей номиналу карандаша, мазок расплавляется и приобретает глянцевый блеск. При этом не следует обращать внимание на изменение цвета мазка, поскольку определяющим критерием является начало его плавления. Не следует направлять на мазок открытое пламя, поскольку он может испариться. Для повторного определения температуры расплавленный мазок использовать нельзя.

Для определения температуры в диапазоне, предписываемом технологией сварки, рекомендуется использовать несколько карандашей. При необходимости контроля температуры в диапазоне 250–400 °С, например при сварке сталей марок 12ХМЛ, 12Х1МФ толщиной более 30 мм, целесообразны карандаши номиналом 250, 300, 350 и 400 °С.

Термоиндикаторные карандаши также можно использовать для оперативного мониторинга теплового режима сварного соединения; индикации перегрева паропроводов и корпусов механического оборудования.

● #362



# Качество и безопасность – необходимые условия сварочного производства

Ю. К. Бондаренко, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, А. В. Ярцев, НТЦ «СЕПРОЗ» НАН Украины (Киев)

**Сварку широко применяют при производстве конструкций машиностроения. Такие конструкции охватывают широкий диапазон изделий: от сосудов, работающих под давлением, до бытового и сельскохозяйственного оборудования, включая краны, мосты и др. Надежность работы ответственных сварных конструкций во многом зависит от качества выполненных сварочных работ.**

В стандартах, описывающих систему управления качеством серии ISO 9000, сварку рассматривают как «специальный процесс», поскольку установленное стандартами качество сварных соединений не может быть в полной мере определено при контроле и испытаниях уже изготовленной продукции. Поэтому оно должно быть обеспечено в процессе изготовления.

Для того, чтобы сварные конструкции были требуемого качества и не возникало серьезных проблем при их эксплуатации, необходимо обеспечить контроль на всех этапах производства, начиная с проектирования изделия и выбора материала. Например, недостаточно качественное проектирование под сварку может привести к увеличению затрат при изготовлении в цехах, на монтажных площадках или при эксплуатации. Неправильный выбор основного и сварочных материалов может вызвать такие дефекты, как трещины. Во избежание этих и других дефектов технология сварки должна быть правильно выбрана и подтверждена на соответствие стандартам серии ДСТУ 3951–2000 (части 1, 2, 3). Применение систем управления качеством в сварочном производстве создает условия для обеспечения установленного качества и безопасной эксплуатации сварных конструкций.

Эффективным сварочное производство будет в том случае, если определены источники возникновения возможных нарушений и введены соответствующие процессы в систему обеспечения качества предприятия.

Участники свободного рынка основываются на взаимном доверии, предполагающем добросовестный обмен товарами и ус-

лугами. Обеспечить это доверие помогает оценка соответствия на основе международных стандартов, поскольку представляет собой действенный инструмент подтверждения требований по качеству, эксплуатационным характеристикам и другим параметрам. Для того чтобы международные стандарты смогли внести максимальный вклад в развитие торговли, важно, чтобы их приняли и внедрили все страны.

Поэтому в Украине гармонизировали ряд международных стандартов, в том числе и ДСТУ ISO 3834–2001, подготовленные ТК 44 «Сварка и родственные процессы», которые введены в действие с 01.01.2003 г. приказом Госстандарта Украины № 657 от 28.12.2001 г.

Стандарты серии ДСТУ ISO 3834 конкретизируют требования стандартов серии ДСТУ ISO 9000 и обеспечивают систему управления качеством в сварочном производстве фирм и организаций, выполняющих сварочно-монтажные работы.

Государственные стандарты серии ДСТУ ISO 3834 являются идентичным переводом международных стандартов ISO 3834 «Требования к качеству сварки. Сварка плавлением металлических материалов» и состоят из нескольких частей:

- *ДСТУ ISO 3834.1–2001 «Требования к качеству сварки. Сварка плавлением металлических материалов. Часть 1. Руководство по выбору и применению»* необходим изготовителям и потребителям сварных металлических конструкций как руководство по выбору уровня требований к качеству сварки и их применению в зависимости от требований, предъявляемых к сварной конструкции;
- *ДСТУ ISO 3834.2–2001 «Требования к качеству сварки. Сварка плавлением металлических материалов. Часть 2. Всесторонние требования к качеству»* определяет всесторонние требования к качеству сварки, обеспечивающие все условия для стабильного производства сварных конструкций с соответствующими эксплуатационными характеристиками;

- *ДСТУ ISO 3834.3–2001 «Требования к качеству сварки. Сварка плавлением металлических материалов. Часть 3. Типовые требования к качеству»* регламентирует типовые требования к качеству сварки;
- *ДСТУ ISO 3834.4–2001 «Требования к качеству сварки. Сварка плавлением металлических материалов. Часть 4. Элементарные требования к качеству»* необходим изготовителям и потребителям сварных металлических конструкций для определения элементарных требований к качеству сварки, которые способны обеспечить основные условия для стабильного производства сварных конструкций с соответствующими эксплуатационными характеристиками.

Данные стандарты применяют при составлении контрактных отношений — для характеристики требований к сварке в производстве сварочно-монтажных работ; изготовители — для установления и обеспечения требований к качеству сварки конструкций; заинтересованные стороны — для оценки требований к качеству сварки при организации сварочно-монтажных работ.

Стандарты пригодны для применения при подтверждении соответствия систем управления качеством (по ДСТУ ISO 9001–2001) требованиям системы УкрСЕПРО с учетом особенностей сварочного производства.

Стандарты серии ДСТУ ISO 3834 обеспечивают предприятия (фирмы) руководством по управлению процессами сварки и связанными с ними операциями. Изготовители конструкций, которые используют сварку, извлекут выгоду, применяя требования стандарта и выполняя все дей-

ствия, строго в соответствии с требованиями НД в области сварочного производства, обеспечат качество и безаварийность работы сварной конструкции при дальнейшей эксплуатации.

Подтверждение третьей стороной соответствия системы управления производством стандартам ДСТУ ISO 3834 предусматривает оценку соответствия (сертификацию) аккредитованными государством органами. Поэтому производители, которые хотят провести сертификацию своей системы управления сварочно-монтажными работами (производством технических услуг), должны обращаться только в органы оценки соответствия, имеющие аккредитацию в национальной системе УкрСЕПРО.

В Украине большой опыт проведения работ по обеспечению качества и оценке соответствия в области сварки и родственных процессов имеет ИЭС им. Е. О. Патона совместно с НТЦ «СЕПРОЗ» НАН Украины (Киев).

Приобрести ДСТУ ISO 3834–2001, ДСТУ 3951–2000 и другую нормативно-техническую документацию можно в Украинском научно-исследовательском институте стандартизации, сертификации и информатики (Киев, ул. Горького, 174, УкрНИИССИ, факс: (044) 268–70–60; тел.: (044) 268–90–14, 268–84–66).

Стандарты могут преследовать множество целей, в том числе и такие, как обеспечение безопасности и эксплуатационных характеристик. Однако их основная суть в том, чтобы путем установления конкретных параметров повсеместно обеспечить единую технологическую основу для производства товаров, оказания услуг и создания систем.

● #363

## Технологические характеристики покрытых электродов для дуговой сварки высоколегированных сталей и сплавов

(Окончание. Начало на стр. 24)

током во всех пространственных положениях. Взамен электродов ЦТ–28 разработаны электроды марки АНВ–68 (Э–08Х14Н65М15В4Г2) с покрытием основного вида, которые обеспечивают лучшую отделимость шлаковой корки и меньшие потери электродного металла от разбрызгивания.

Необходимо отметить, что в последние 10–15 лет на рынке высоколегированных

сварочных материалов появились новые товаропроизводители, которые зачастую не обладают достаточными техническими возможностями контроля качества готовой продукции (не проводят его в необходимом объеме) и не имеют представления об особенностях ее применения. В связи с этим возрос риск получения некачественных сварных соединений и выхода из строя дорогостоящих металлоконструкций экологически опасных производств. В связи с этим потребителям высоколегированных сварочных материалов рекомендуется быть осмотрительными при выборе поставщиков.

● #358

# Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.08.2003)

**!** Уважаемые потребители сварочных материалов! В случае поставки Вам некачественной продукции, изготовленной предприятиями, приведенными в данной таблице, просим направлять претензии с приложением акта идентификации 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.

Предприятие	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ООО НПФ «Нефтегазмаш»	Киев	<b>Проволока:</b> ПП-АН1 ПП-Нп-80X20P3T, ПП-Нп-150X15P3T2, ПП-Нп-200X15C1ГРТ, ПП-Нп-14ГСТ	11.05.2004 26.12.2003
Исследовательское частное предприятие «Электрод»	Киев	<b>Электроды:</b> АНО-6	16.10.2003
Инженерный центр износостойких покрытий ОКТЬ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ	Киев	<b>Проволока:</b> ПП-Нп-08X17Н8С5Г2Т (ПП-АН133), ПП-Нп-08X19Н9С5М2ГРТ (ПП-АН157) <b>Лента порошковая:</b> ПЛ-Нп-08X17Н8С5Г2Т (ПЛ-АН150) ПЛ-Нп-08X19Н9С5ГРТ (ПЛ-АН152)	17.10.2004
МГВП «ГЕФЕСТ»	Киев	<b>Электроды:</b> ГЕФЕСТ-6; ГЕФЕСТ-7, НР-70, ЦН-6Л, Т-590, Т-620; НИИ-48Г, НЖ-13, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ЦЛ-11, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-39, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦН-12М, ЦНИИН-4, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-48М/22, ЗИО-8, ЭА-400/10У, АНЖР-1, АНЖР-2, ЦЧ-4	04.07.2004
Научно-инженерный центр материалов для сварки и наплавки ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ	Киев	<b>Проволока:</b> ПП-АН1 ПП-Нп14ГСТ	08.12.2003 09.10.2003
ООО «КРОДЕКС»	Киев	<b>Проволока:</b> Св-08А, Св-08А-О, Св-08ГА, Св-08ГА-О, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-08ХМ-О, Св-08ХМ-О, Св-08ГСНТ, Св-08ГСНТ-О, Св-08ГСМТ, Св-08ГСМТ-О, Св-08Г1НМА-О, Св-10Г2, Св-10ГН, Св-10НМА, Св-10НМА-О <b>Проволока наплавочная</b> Нп-30ХГСА	16.02.2004
Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины	Киев	<b>Электроды:</b> АНО-4 АНО-4И АНО-6, АНО-6Р АНО-6У АНО-21 АНО-27 АНО-36 АНО-37 АНО-ТМ, АНО-ТМ/СХ, АНО-ТМ60, АНО-ТМ70 АНР-2 МР-3 ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ЦЛ-11 Т-590 ЦЧ-4 ЦУ-5, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 ВН-48 <b>Проволока:</b> ПП-АН59, ПП-АН61, ПП-АН63 ПП-АН69 ППР-ЭК4 ПП-АНВ2у ПП-АН19, ПП-АН19Н, ПП-АН7	03.02.2004 15.07.2004 27.03.2004 15.07.2004 03.02.2004 31.03.2004 15.07.2004 12.05.2004 02.03.2004 15.07.2004 03.02.2004 27.05.2004 16.07.2004 25.03.2004 23.12.2003 02.06.2004 14.11.2003 15.08.2003 24.07.2003 16.06.2004 23.04.2004
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК»	Киев	<b>Проволока:</b> ПП-АН1, ПП-АН8, ПП-АН29, ПП-АН39, ПП-АНЧ2, ППС-АНТ, ППС-ТМВ6, ППС-ТМВ7, BeT ППС-ТМВ57, BeT ППв-ТМВ11, BeT ПП-Нп10X14Т, BeT ПП-Нп12X14Н3, BeT ПП-Нп12X13, BeT ПП-Нп14ГСТ, BeT ПП-Нп15X14ГН2, BeT ПП-Нп15X14Г, BeT ПП-Нп15X14ГН2М1ФБ, BeT ПП-Нп25X5ФМС, BeT ПП-Нп35В9Х3СФ, BeT ПП-Нп60В9Х3СФ, BeT ПП-Нп80X12РТ, BeT ПП-Нп80X20P3T, BeT ПП-Нп200X15C1ГРТ	25.04.2004
ООО «Плазма ТЕК»	Винница	<b>Электроды:</b> АНО-21, АНО-36, МР-3М	17.06.2004
Предприниматель Борисюк Алла Ивановна	Каменец-Подольский	<b>Электроды</b> МР-3М	18.07.2004
ДП «Искра» ОАО «Райагротехсервис»	Дубровица	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-4И, АНО-29М	25.02.2004
АО «Электрод»	Полтава	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-24, МР-3М	18.07.2004
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»	Кременчуг	<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	18.03.2005
АО «СМНПО им. Фрунзе»	Сумы	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-ТМ, АНО-ТМ/60, ЗИО-8, МНЧ-2, НЖ-13, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/55, ЦЛ-11, ЦЛ-20, ЦЛ-39, ЦЛ-51, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦТ-15, ЦУ-5, ЭА-400/10У, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-902/14, ЭА-898/21Б, ЭН-60М	25.03.2005

Предприятие	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
АОЗТ НПП «Тамарис»	Сумы	<b>Электроды:</b> МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45СМ, УОНИ-13/55СМ	24.04.2004
ООО «ЮМИС»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> МР-3 МР-3М	08.01.2004 07.04.2004
ООО ВТК «ЭРА»	Днепропетровск	<b>Электроды</b> МР-3	11.05.2004
ЧПКП «Агромаш»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> МР-3 МР-3М АНО-4, АНО-6	10.11.2003 12.03.2004 04.12.2003
ООО «ДОНА»	Днепропетровск	<b>Проволока</b> Св-08ХМ	19.12.2003
НВ ООО «Укрспецстрой»	Днепропетровск	УОНИ-13/55 АНО-4, МР-3, Т-590, Т-620, ЦУ-5	11.05.2005 18.06.2005
Украинско-латвийское ООО и ИИ «Бадм ЛТД»	Днепропетровск	<b>Проволока:</b> Св-08, Св-08А <b>Электроды:</b> УОНИ-13/55ФК, МР-3, МР-3И, АНО-4, АНО-6	22.04.2005 22.04.2005
ООО «Днепрострой-комплект»	Днепродзержинск	<b>Электроды:</b> АНО-4, МР-3, УОНИ-13/55	26.01.2005
Учебно-производственное предприятие УТОГ	Днепродзержинск	<b>Проволока:</b> Св-08, Св-08А	15.07.2004
ООО ПКП «Украинская южная компания»	Николаев	<b>Электроды:</b> УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, ИТС-4с	17.06.2005
ООО «Стальканат»	Одесса	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21 <b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08Г1НМА, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-10НМА	25.12.2004
Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий	Запорожье	<b>Флюсы:</b> АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АДМ, АН-348-АП, 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, ОСЦ-45ПМ, АНЦ-1А, АНЦ-1АМ, АНЦ-1АД, АНЦ-1АДМ, АНЦ-1АП, АНЦ-1АПМ <b>Силикаты:</b> Na, K-Na, Na-K	26.11.2003 24.02.2004
ОАО «Запорожский сталепрокатный завод»	Запорожье	<b>Проволока:</b> Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О Св-08ГА, Св-08ГА-О	13.03.2004 16.04.2004
ООО «АРКСЭЛ»	Донецк	<b>Электроды:</b> АНЖР-1, АНЖР-2, АНЖР-3У, АРК-25, АРК-51, ГЕФЕСТ-6, ГЕФЕСТ-7, ЗИО-8, «Комсомолец-100», НИАТ-5, НЖ-13, НЖ-13Р, НИИ-48Г, НИИ-48ГР, НР-70, ОЗЛ-6, ОЗЛ-6Р, ОЗЛ-8, ОЗЛ-8Р, ОЗЛ-9А, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-25Б, ОЗН-300М, ОЗН-400М, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИ-13НЖ, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ЦЛ-11, ЦЛ-11Р, ЦЛ-17, ЦЛ-25/1, ЦЛ-39, ЦН-2, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-24, ЦНИИН-4, ЦТ-15К, ЦТ-28, ЦУ-5, ЦЧ-4, ЭА-48М/22, ЭА-395/9, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У, ЭА-981/15, ЭН-60М <b>Проволока:</b> ПП-АС2, ПП-АС4, ПП-АС5, ПП-АС10, ПП-АС10Н Св-04Х19Н9, Св-06Х19Н9Т, Св-04Х19Н11М3, Св-10Х16Н25АМ6	11.04.2007 11.04.2007
НП ООО с ИИ «ДОНИКС»	Донецк	<b>Проволока:</b> Св-08АА, Св-08ГА, Св-08Г2С, Св-10НМА, Св-08ХМ <b>Проволока</b> Нп-30ХГСА	24.12.2003
ООО «Донбасс-Электрод»	Донецк	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, МР-3М, УОНИ-13/55, УОНИ-13/55СМ	01.08.2005
ООО «Сбормаш»	Краматорск	<b>Электроды:</b> МР-3 УОНИ-13/55	21.11.2003 17.04.2004
ОАО «Силур»	Харьков	<b>Проволока:</b> Св-08, Св-08А, Св-08Г2С	04.07.2004
ОАО «Азов»	Мариуполь	<b>Электроды:</b> УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	15.04.2004
ЗАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича»	Мариуполь	<b>Электроды:</b> АНО-4, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	11.06.2004
ЗАО «ИНДУСТРИЯ»	Луганск	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-27, УОНИ-13/55	26.03.2004
ООО «Электродмаш»	Стаханов	<b>Электроды</b> АНО-4	17.06.2004
ОАО Электромашиностроительный завод «Фирма СЭЛМА»	Симферополь	<b>Электроды:</b> СэлмАНО-4, МР-3М	15.05.2004
ОАО «АО Спецэлектрод»	Москва	<b>Электроды</b> для сварки и наплавки	24.04.2005
ЗАО «Электрод-Сервис»	д. Огуднево, Московская обл.	<b>Электроды</b> для сварки легированных и высоколегированных сталей и наплавки	07.05.2004
АО «Электродный завод»	С.-Петербург	<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, ТМУ-46, УОНИИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/65, УОНИ-13/45А, УОНИ-13/НЖ, УОНИ-13/85, УОНИ-13/Н1-БК, УОНИИ-13/45Р, УОНИИ-13/55Р, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦУ-5М, ЦЧ-4, ЭА-395/9, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У, ЭА-981/15, 48ХН-5	15.12.2003

Предприятие	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ОАО «Орловский сталепрокатный завод» – ОАО «ОСПАЗ»	Орел	<b>Электроды:</b> АНО–ТМ, АНО–21, МР–3, УОНИ 13/45, УОНИ–13/55, УОНИИ–13/45А	11.06.2005
ЗАО «Межгосметиз-Мценск»	Мценск	<b>Электроды:</b> АНО–ТМ, АНО–36, ЗИО–8, «Комсомолец–100», МНЧ–2, МР–3, МР–3М, НИИ–48Г, ОЗА–1М, ОЗА–2М, ОЗЛ–6, ОЗЛ–8, ОЗЛ–9А, Т–590, ТМЛ–3У, ТМУ–21У, УОНИ–13/45, УОНИ–13/55, УОНИИ–13/45А, ЦЛ–6, ЦЛ–9, ЦЛ–11, ЦТ–15, ЦУ–5, ЦЧ–4, ЭА–395/9, ЭА–400/10У, ЭА–400/10Т <b>Проволока:</b> Св–08ГС, Св–08Г2СА, SG–2	18.03.2008
Фирма «BOHLER SCHWEISSTECHNIK»	Kapfenberg, Austria	<b>Электроды, проволока</b> порошковая, проволока сплошного сечения, <b>флюсы</b>	15.05.2008
Фирма «UTP Schweißmaterial GmbH & Co. KG»	Bad Krozingen, Deutschland	<b>Электроды, проволока</b> порошковая, проволока сплошного сечения	15.05.2008
Фирма «SZ Electrode Jesenice d.o.o.»	Jesenice, Slovenia	<b>Электроды:</b> EVB–50, CAST Ni Fe, INOX R 25/14 NC, INOX B 13/4 Fe, INOX R19/9 Nb, INOX R19/9 NC, INOX R19/12/3 NC, INOX R19/12/3 Nb	15.12.2003
Фирма «ESAB AB»	Goteborg, Sweden	<b>Электроды, проволока</b> порошковая, проволока сплошного сечения, <b>флюсы</b>	18.04.2008

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

## Производители оборудования и сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Харьковским ГЦСМС (по состоянию на 01.08.2003)

Предприятие	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ООО «ВЕСТА»	Харьков	<b>Высокочастотный аппарат</b> АВС–160–1	24.02.2004
СПД ФО Тупчий Р. М.	Харьков	<b>Полуавтомат</b> ПДУ–160/220У3 «KRIPTON 180/UNIVERSAL»	19.12.2003
НПП «Электромонтаж»	Харьков	<b>Инверторы:</b> ИСТУ–160 У3, ИСТУ–250 У3. <b>Полуавтоматы:</b> ПДУ–1,5 У3. 220, ПДУ–201 У3, ПДУ–202 У3. 220/380	05.06.2004 13.04.2004
ГНПО «Коммунар»	Харьков	<b>Выпрямители:</b> ВДУЧ–160М У3.1 ВДУЧ–200 У3.1 ВДУЧ–315 У3.1	25.09.2004 25.09.2004 25.09.2004
ЗАО «Проммонтаж-электроника»	Харьков	<b>Полуавтомат</b> ПДГ–100МУ3 <b>Трансформаторы:</b> ТДМ–250 У2, ТДМ–350 У2	19.05.2004 18.05.2004
ООО «Укрстроймонтаж»	Харьков	<b>Электроды:</b> МР–3, АНО–4	19.12.2003
ЧП «Кушнарченко И. В.»	пгт. Пересечное, Харьковская обл.	<b>Сварочный полуавтомат</b> ПДУ–150У3. 220	29.07.2004
ОАО «Лосиноостровский электродный завод»	Москва, Россия	<b>Электроды:</b> МР–3Т, ЛЭЗУОНИ–13/55, ЛЭЗАНО–4Т, ЛЭЗОЗС–4Т, ЛЭЗМР–3, ЛЭЗОЗС–4, ЛЭЗАНО–4, ЛЭЗУОНИ–13/45М, ЛЭЗОЗС–12, ЛЭЗОЗС–6, ЛЭЗУОНИ–13/45, МР–3С, ЛЭЗУОНИ–13/55М, ЛЭЗЛБ, ЛЭЗЛБm, ЛЭЗТМЛ–3У, ЛЭЗТМЛ–1У, ЛЭЗТМУ–21У, ЛЭЗЦЛ–39, ЛЭЗЦЛ–17, ЛЭЗЦУ–5, ЛЭЗУОНИ–13/65, ЛЭЗУОНИ–13/55У, ЛЭЗУОНИ–13/85, ЛЭЗУОНИ–13/85У, ЛЭЗЦЛ–11, ЛЭЗОЗЛ–7, ЛЭЗОЗЛ–8, ЛЭЗОЗЛ–6, ЛЭЗ–8, ЛЭЗНЖ–13, ЛЭЗЦТ–15, ЛЭЗЭА–395/9, ЛЭЗЭА–400/10У, ЛЭЗОЗЛ–36, ЛЭЗАНЖР–1, ЛЭЗНИАТ–5, ЛЭЗОЗЛ–5, ЛЭЗНИИ–48Г, ЛЭЗЦЛ–9, ЛЭЗ–99, ЛЭЗОЗЛ–9А, ЛЭЗ 29/9, ЛЭЗАНЖР–2, ЛЭЗОЗЛ–20, ЛЭЗУОНИ–13/НЖ/12Х13, ЛЭЗУОНИ–13/НЖ/20Х13, ЛЭЗТ–590, ЛЭЗНИАТ–1, ЛЭЗЦТ–28, ЛЭЗТ–620, ЛЭЗЦНИИН–4, ЛЭЗ–4, ЛЭЗЦН–6Л, ЛЭЗНР–70, ЛЭЗОЗН–6, ЛЭЗНЧ–2, ЛЭЗОЗН–300М, ЛЭЗЦЧ–2, ЛЭЗКомсомолец–100, ЛЭЗМР–3Т, ЛЭЗВИ–10–6/Св–08А, ЛЭЗМР–3С, ЛЭЗИР–3А, ЛЭЗТМЛ–5, ЛЭЗ–11, ЛЭЗНИАТ–3М, ЛЭЗОЗЛ–19, ЛЭЗОЗЛ17У, ЛЭЗЭА–981/15, ЛЭЗОЗЛ–25Б, ЛЭЗОЗН–400М, ЛЭЗОЗЧ–2, ЛЭЗОЗЧ–6, ЛЭЗОЗР–1, ЛЭЗАНЦ/ОЗМ–3	28.07.2004

*О. А. Чистяков, начальник отдела испытаний и сертификации*

# Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Днепропетровским ГЦСМС (по состоянию на 01.08.2003)

Предприятие	Город	Сертифицированная продукция
ОАО «Гниваньский карьер»	Гнивань, Винницкая обл.	Электроды МР-3
ЗАО «Оргпромстрой»	Днепропетровск	Электроды: МР-3, УОНИ-13/55 С, АНО-4
ООО «Ремдеталь-2»	Днепропетровск	Электроды МР-3
ЗАО «Спецсплав»	Днепропетровск	Электроды: Т-620 (Э-320Х23С2ГТР), Т-590 (Э-320Х25С2ГР), НР-70 (Э-30Г2ХМ), ЦНИИН-4 (Э-65Х25Г13Н3), ОЗН-400У (Э-15Г5), ЦН-6 (Э-08Х17Н8С6Г), ЦН-3 (Э-200Х29Н6Г2), ЦС-1 (Э-300Х28Н4С4), ЭКБ-1 (Э-220Н4Р3С2Г2Т) Проволока: ПП-АН1, ПП-Нп-200Х12М, ПП-Нп-10Х14Т, ПП-Нп-200Х15С1ГРТ, ПП-Нп-25Х5ФМСТ, ПП-Нп-250Х10Б8С2Т, ПП-Нп-200ХГР, ПП-Нп-150Х15Р3Т2, ПП-Нп-45В9Х3СФ, ПП-Нп-50Х3СТ, ПП-Нп-200Х12ВФ, ПП-Нп-18Х1Г1М, ПП-Нп-30Х4Г2М, ПП-Нп-30Х4В2М2ФС, ПП-Нп-10Х15Н2Т, ПП-Нп-40Х4Г2СМНТФ, ПП-Нп-350Х10Б8Т2, ПП-Нп-14ГСТ, ПП-Нп-35Х6М2, ПП-Нп-100Х4Г2АР, ПП-Нп-90Г13Н4, ПП-Нп-30Х5Г2СМ, ПП-Нп-25Х5ФМС, ПП-Нп-10Х17Н9С5ГТ, ПП-Нп-30Х2М2ФН, ПП-Нп-80Х20Р3Т, ПП-Нп-35В9Х3СФ, ПП-Нп-19ГСТ, ПП-Нп-12Х12Г12СФ, ППС-1, ППС-11, ППС-111
ООО «Теко»	Днепропетровск	Проволока: Св-08, Св-08А, Св-08Г2С
ООО «Днепроток-электрод»	Днепропетровск	Электроды: АНО-4, ИТС-4с
ООО «Универсал-Центр»	пгт. Юбилейный, Днепропетровская обл.	Электроды: МР-3, АНО-4, АНО-27, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 Проволока: Св-08, Св-08А; для армирования ЖБК; общего назначения
ООО «Завод Днепроэлектрод»	Днепродзержинск, Днепропетровская обл.	Электроды: МР-3, АНО-4
ООО «Приватбуд»	Днепродзержинск, Днепропетровская обл.	Электроды АНО-4
ООО «Полимет»	Донецк	Электроды МР-3М
ОАО «Торез-твердосплав»	Торез, Донецкая обл.	Электроды МР-3 Проволока: ПП-Нп-35В9Х3СФ, ПП-Нп-80Х20Р3Т, ПП-Нп-25Х5ФМС, ПП-Нп-12Х13
ЧП «Инвент»	Одесса	Электроды МР-3

*С. В. Лысенко, инженер по сертификации I категории, Днепропетровский ГЦСМС*

## Внимание специалистов!

Издательство «Экотехнология» готовит к изданию экономико-статистический обзор В. Н. Бернадского, О. К. Маковецкой «**Сталь и алюминий — основные конструкционные материалы сварочного производства**»

В обзоре дан экономико-статистический анализ нынешнего состояния (2001–2002 гг.) мирового производства и потребления (рынка) основных конструкционных металлических материалов (сталь, алюминий, медь, цинк, и др.) и пластмасс. Информация охватывает важнейшие показатели рынка продукции черной и цветной металлургии, а также динамику этих показателей. Показана доля потребления основных металлов и неметаллических материалов в общем балансе потребления ведущими странами мира основных конструкционных материалов.

Основное внимание уделено анализу мирового и региональных рынков основных конструкционных металлов — стали и алюминия, применяемых при изготовлении сварных конструкций и сооружений. Приведены данные о мировом и региональном производстве и потреблении стали и основных видов стальной продукции — готового проката и стальных труб, включая сварные. Представлена технологическая структура современного сталеплавильного производства по основным способам выплавки стали в различных регионах мира. В качестве примера приведена структура потребления стальной продукции отдельными металлоперерабатывающими отраслями Германии и Японии.

Подробно рассмотрены данные производства и потребления стали и готовой стальной продукции в Украине и России.

В разделе, содержащем сведения о конструкционном алюминии, акцент сделан на количественные показатели общего производства и потребления алюминия в мире, в регионах и отдельных странах, включая Украину и Россию. Приведена отраслевая структура потребления алюминия и алюминиевой продукции (прокат, прессованный профиль и др.) в странах Западной Европы, Японии.

Дан прогноз развития рынков основных конструкционных материалов и его связь с развитием рынка сварочной техники.

Экономико-статистический обзор можно заказать по тел./ф.: +380 44 227-6502, e-mail: welder@svitonline.com



# Стоимостная оценка основных фондов предприятия

*Н. Н. Бондарь, канд. экон. наук, Национальный транспортный университет (Киев)*

**Учет основных фондов на предприятии проводят как в натуральных, так и в стоимостных измерителях.**

При помощи натуральных измерителей можно получить информацию о размере площади производственного цеха, количестве единиц оборудования, мощности оборудования и т. д. Учет основных фондов в натуральных измерителях необходим для определения количества и состава основных фондов предприятия, их возрастной структуры, расчета производственной мощности предприятия, формирования программы усовершенствования видового состава основных фондов.

Стоимостная оценка основных фондов является необходимой при начислении амортизации, составлении калькуляции себестоимости продукции, определении суммы инвестиционных средств, необходимой для поддержания или расширения производственной мощности предприятия.

В зависимости от состояния основных фондов и времени оценки их стоимости различают:

- первоначальную стоимость;
- остаточную (балансовую) стоимость;
- справедливую стоимость;
- переоцененную стоимость;
- ликвидационную стоимость;
- амортизируемую стоимость;
- среднегодовую стоимость.

**Первоначальная стоимость основных фондов  $C_{II}$**  предприятия формируется исходя из фактических затрат на их приобретение, сооружение или изготовление, включая затраты на доставку, монтаж, введение в действие, выплату комиссионных посредникам и прочие сопутствующие платежи:

$$C_{II} = C_{пр} + C_{дост} + C_M + C_{вв} + B_{пр} \quad (1)$$

или

$$C_{II} = C_{соор} + C_{об} + C_{вв} + C_{пр}, \quad (2)$$

где  $C_{пр}$  — затраты на приобретение объекта основных фондов, грн.;  $C_{дост}$  — затра-

ты на доставку объекта основных фондов, грн.;  $C_M$  — затраты на монтаж объекта основных фондов, грн.;  $C_{вв}$  — затраты на введение в действие объекта основных фондов, грн.;  $C_{соор}$  — затраты на сооружение объекта основных фондов, грн.;  $C_{об}$  — затраты на оборудование, подлежащее монтажу на сооружаемом объекте основных фондов, грн.;  $C_{пр}$  — прочие сопутствующие затраты, связанные с приобретением или сооружением объекта основных фондов, грн.

К прочим сопутствующим затратам, связанным с приобретением или сооружением объекта основных фондов, относят:

- регистрационные сборы, государственную пошлину и аналогичные платежи, проводимые в результате приобретения или получения прав на объект основных фондов;
- суммы ввозной пошлины;
- суммы не прямых налогов (например, акцизного сбора, налога на добавленную стоимость), уплаченных в связи с приобретением (созданием) основных фондов (если они не возмещаются предприятию);
- затраты на страхование доставки объекта основных фондов и т. д.

Первоначальную стоимость определяют в ценах, действующих на момент приобретения или сооружения объекта основных фондов. По этой стоимости объект основных фондов зачисляют на баланс предприятия. Первоначальную стоимость еще иногда называют полной стоимостью объекта.

**Пример.**

Предприятие оплатило иностранному поставщику стоимость оборудования в размере 28 тыс. грн. Затраты, связанные с его доставкой на территорию предприятия, составили 3,8 тыс. грн., затраты на таможенное оформление и уплату таможенной пошлины — 4,5 тыс. грн., затраты на страхование доставки оборудования — 1,2 тыс. грн. Размер комиссионных посреднику составил 1 тыс. грн. Монтаж и введение в действие оборудования обошлись предприятию в 300 грн. Определить первоначальную стоимость оборудования для предприятия.



**Решение.**

Первоначальную стоимость оборудования рассчитывают как сумму всех затрат предприятия, понесенных с его приобретением:

$$C_{\Pi} = 28 + 3,8 + 4,5 + 1,2 + 1 + 0,3 = 38,8 \text{ тыс. грн.}$$

Во время эксплуатации объект основных фондов изнашивается, в результате чего уменьшается его потребительная стоимость. Оценить ее в каждый конкретный момент времени можно путем определения остаточной стоимости такого объекта основных фондов.

**Остаточную стоимость объекта основных фондов  $C_{\text{ост}}$**  определяют как разницу между его первоначальной стоимостью и суммой износа, накопленного за весь срок эксплуатации объекта:

$$C_{\text{ост}} = C_{\Pi} - C_{\text{изн}}, \quad (3)$$

где  $C_{\text{изн}}$  — сумма накопленного износа объекта основных фондов, грн.

Остаточную стоимость еще называют *балансовой стоимостью* основных фондов, так как именно ее принимают во внимание при составлении финансовой отчетности (баланса) предприятия.

Часто на практике бывают случаи, когда фактический уровень физического и морального износа объекта основных фондов не совпадает с показателями износа по данным экономических расчетов, и его остаточная стоимость не отражает действительной потребительской стоимости. Возникает необходимость в достоверной оценке объекта с учетом его фактических потребительских свойств, т. е. в определении его справедливой стоимости.

**Справедливая стоимость объекта основных фондов** — это рыночная стоимость объекта, определенная путем экспертной оценки, которую, как правило, проводят профессиональные оценщики.

Для корректирования размера остаточной стоимости объекта основных фондов (дооценки или уценки) с целью приведения ее до уровня справедливой стоимости применяют индекс переоценки

$$I_{\Pi} = C_c / C_{\text{ост}}, \quad (4)$$

где  $C_c$  — справедливая стоимость объекта, определенная путем экспертной оценки, грн.

Для приведения остаточной стоимости объекта основных фондов к уровню его справедливой стоимости необходимо переоценить его первоначальную стоимость и сумму накопленного износа с учетом рас-

считанного по формуле (4) индекса переоценки.

Переоцененная первоначальная стоимость объекта основных фондов

$$C_{\Pi}^{\Pi} = C_{\Pi} I_{\Pi}. \quad (5)$$

Переоцененная сумма износа объекта основных фондов

$$C_{\text{изн}}^{\Pi} = C_{\text{изн}} I_{\Pi}. \quad (6)$$

Проводить дооценку (уценку) остаточной стоимости объекта основных фондов разрешается предприятиям только в случаях, когда на дату составления баланса (одной из форм финансовой отчетности) она отличается от его справедливой стоимости более чем на 10%.

Процесс дооценки (уценки) остаточной стоимости основных фондов рассмотрим на примере.

**Пример.**

Первоначальная стоимость автомобиля — 22 тыс. грн. Провести дооценку (уценку) остаточной стоимости автомобиля, если по состоянию на 01.09.2003 г. остаточная стоимость составила 12 тыс. грн., а его справедливая стоимость составляла: а) 15 тыс. грн.; б) 9 тыс. грн.

**Решение.**

*а) Дооценка стоимости автомобиля.*

Индекс переоценки рассчитываем по формуле (4):  $I_{\Pi} = 15 : 12 = 1,25$ .

Переоцененную первоначальную стоимость автомобиля определяем по формуле (5):

$$C_{\Pi}^{\Pi} = 22 \cdot 1,25 = 27,5 \text{ (тыс. грн.)}$$

Сумма износа автомобиля до переоценки:

$$C_{\text{изн}} = 22 - 12 = 10 \text{ (тыс. грн.)}$$

Из выражения (6) определяем сумму износа:

$$C_{\text{изн}}^{\Pi} = 10 \cdot 1,25 = 12,5 \text{ (тыс. грн.)}$$

Остаточная стоимость автомобиля после дооценки

$$C_{\text{ост}}^{\Pi} = C_{\Pi}^{\Pi} - C_{\text{изн}}^{\Pi} = 27,5 - 12,5 = 15 \text{ (тыс. грн.)}$$

т. е. после переоценки совпадает с величиной его справедливой стоимости (15 тыс. грн.).

*б) Уценка стоимости автомобиля.*

$$\text{Индекс переоценки: } I_{\Pi} = 9 : 12 = 0,75$$

Переоцененная первоначальная стоимость автомобиля

$$C_{\Pi}^{\Pi} = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ (тыс. грн.)}$$

Сумма износа автомобиля до переоценки:

$$C_{\text{изн}} = 22 - 12 = 10 \text{ (тыс. грн.)}$$

Переоцененная сумма износа:

$$C_{\text{изн}}^{\Pi} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ (тыс. грн.)}$$

Остаточная стоимость автомобиля после уценки

$$C_{\text{ост}}^{\Pi} = 16,5 - 7,5 = 9 \text{ (тыс. грн.)}$$

т. е. переоцененная остаточная стоимость автомобиля после уценки совпадает с величиной его справедливой стоимости (9 тыс. грн.).

Стоимость основных фондов после их переоценки называется их **переоцененной стоимостью**.

Переоценку стоимости основных фондов проводят также в условиях высоких темпов инфляции. В этом случае ее называют *индексацией стоимости основных фондов предприятия*. Порядок проведения индексации предприятиями Украины стоимости своих основных фондов регламентируется постановлениями Кабинета Министров Украины.

При ликвидации объекта основных фондов после окончания срока его эксплуатации, как правило, остаются определенные материальные ценности: агрегаты, запасные части, металл, резина и т.д. Сумму средств или стоимость ценностей, которую предприятие ожидает получить при ликвидации объекта основных фондов по окончании срока его эксплуатации (использования) за вычетом расходов, связанных с его ликвидацией (например,

заработная плата рабочих), называют **ликвидационной стоимостью объекта основных фондов**.

Для обеспечения нормального воспроизводства основных фондов предприятию достаточно возместить в виде амортизационных отчислений только разницу между первоначальной и ликвидационной стоимостью объекта. Эту разницу называют **амортизируемой стоимостью объекта основных фондов**.

В течение года ввод и вывод основных фондов с баланса предприятия происходит неравномерно. Это означает, что в разные моменты времени стоимость основных фондов предприятия неодинакова. С целью упрощения анализа наличия, состояния и движения основных фондов рассчитывают их **среднегодовую стоимость**

$$C_{\text{оф}} = C_{\text{н.г.}} + C_{\text{пост}} m_p / 12 - C_{\text{выб}} m_{\text{нр}} / 12 \quad (7)$$

или

$$C_{\text{оф}} = (C_{\text{н.г.}} + C_{\text{к.г.}}) / 2, \quad (8)$$

где  $C_{\text{н.г.}}$  — стоимость основных фондов на начало года, грн.;  $C_{\text{к.г.}}$  — стоимость основных фондов на конец года, грн.;  $C_{\text{пост}}$  — стоимость основных фондов, поступивших на баланс предприятия в течение года, грн.;  $C_{\text{выб}}$  — стоимость основных фондов, снятых в течение года с баланса предприятия, грн.;  $m_p$  — количество полных месяцев в течение года, когда поступившие на предприятие основные фонды находились на его балансе;  $m_{\text{нр}}$  — количество полных месяцев в течение года, когда выбывшие с предприятия фонды не находились на его балансе.

**Пример.**

На начало года стоимость основных фондов предприятия составляла 580 тыс. грн. В течение года с баланса предприятия сняли основные фонды стоимостью: в феврале — 26 тыс. грн., в июне — 82 тыс. грн. На баланс поступили основные фонды стоимостью: в мае — 60 тыс. грн., в октябре — 82 тыс. грн. Определить среднегодовую стоимость основных фондов предприятия.

**Решение.**

По формуле (7) имеем  

$$C_{\text{оф}} = 580 + 60 \cdot 7 : 12 + 82 \cdot 2 : 12 - 26 \cdot 10 : 12 - 45 \cdot 6 : 12 = 584,5 \text{ (тыс. грн.)},$$

где 7 и 2 — соответственно количество полных месяцев в течение года, когда поступившие (в мае и октябре) основные фонды пребывали на балансе предприятия; 10 и 6 — количество полных месяцев в течение года, когда снятые основные фонды не находились на балансе предприятия.

**ЭНЕРГИЯ** + Запорожье  
**СВАРКА**

ПРОИЗВОДИТ И РЕАЛИЗУЕТ

**СВАРОЧНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ**  
**150-200 А**

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



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

www.polotsk-psv.by

**ПОЛОЦК**  
 ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**СТЕКЛОВОЛОКНО**

ОАО «Полоцк – Стекловолокно» изготавливает следующую продукцию:

- Кремнеземные стеклоткани марок *КТ-11* и *КТ-11-ТО*, которые используются для теплоизоляции нагреваемых сварных изделий при термообработке;
- Высотемпературные маты, изготавливаемые из тканей *КТ-11* и *КТ-11-ТО* и набивкой из кремнеземного волокна.

Наш адрес:  
 Промузел Ксты  
 211400, Полоцк,  
 Республика Беларусь  
 тел. +375 214 41-55-61  
 факс +375 214 43-08-36  
 market@glass.belpak.vitebsk.by  
 http://www.polotsk-psv.by/



# Низковольтный фильтровентиляционный агрегат «ТЕМП-НТ-М»

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, Н. Ю. Агасьян, инж., МНТЦ «Темп» (Киев)

В ИЭС им. Е. О. Патона совместно с МНТЦ «Темп» разработана новая модель фильтровентиляционного агрегата (ФВА) «Темп-НТ-М» с гибким воздуховодом, позволяющая удалять сварочный аэрозоль из труднодоступных мест с минимального расстояния от сварочной дуги, очищать воздух и возвращать его обратно в помещение, где производится сварка. Отличительная особенность данного ФВА — возможность работы в условиях повышенной электрической опасности.

ФВА «Темп-НТ-М» состоит из вентиляционного блока специальной конструкции, трехступенчатого тканевого рукавного фильтра в корпусе из металлической сетки, гибкого воздуховода с воздухоприемным устройством и блока питания (преобразователя тока) электродвигателя агрегата.

Сменный фильтрующий элемент в корпусе из защитной металлической сетки расположен на вентиляционном блоке. Он имеет три ступени: первая (предварительной очистки) изготовлена из нетканого синтетического иглопробивного материала, вторая — из ткани ФПП-15-1,5 и третья — из тканого синтетического материала. На первой ступени улавливаются самые крупные частицы СА, на второй и третьей — остальные мелкие частицы. Кроме того, третья ступень, обладающая высокой прочностью и термостойкостью, выполняет также защитную функцию фильтрующего элемента от искр и брызг, образующихся во время сварки. Такая конструкция сменного фильтра позволяет увеличивать срок его использования. При необходимости в зависимости от способа сварки и вида сварочного материала ФВА можно комплектовать дополнительной четвертой ступенью для очистки воздуха от токсичных газообразных веществ.

Гибкий воздуховод состоит из отдельных секций, соединенных между собой металлическими хомутами, и воздухозаборной воронки с магнитным фиксатором. На входе в воронку установлена металлическая сетка, которая гасит образующиеся при сварке искры. Воронка может быть оборудована как



## Техническая характеристика ФВА «Темп-НТ-М»:

Эффективность очистки воздуха от сварочного аэрозоля, %	99,5
Производительность удаления воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1500–2000
Разрежение воздуха на входе в воздуховод, Па	1500
Мощность электродвигателя, кВт	1,35
Напряжение питания преобразователя тока, В	220 (380)
Напряжение на выходе преобразователя тока, В	24
Продолжительность работы фильтрующего элемента, ч, не менее	210
Длина электрического кабеля, м	12,5–25
Длина воздуховода, м	6–20
Диаметр воздуховода, мм	200

магнитным, так и электромагнитным фиксатором. Гибкие участки воздуховода изготавливают по специальной технологии, разработанной специалистами Украинского НИИ синтетических волокон и МНТЦ «Темп». Они представляют собой гибкие двухслойные шланги, основание (внутренняя сторона) которых изготовлено из алюминиевой фольги. Внешняя сторона воздуховода — несгораемое полиэфирное вязаное полотно, которое обтягивает внутреннюю фольгированную часть, содержащую вплетенную металлическую проволоку. Это позволяет, кроме повышения износостойкости воздуховода, существенно снизить электрическое сопротивление полотна для предупреждения возможной искрогенерации за счет снятия статического заряда.

Поскольку данные агрегаты в основном предназначены для работы в помещениях с повышенной электрической опасностью, то в их конструкции учтены также характерные для этих помещений требования электробезопасности. С этой целью для питания низковольтного вентилятора ФВА предусмотрен специальный блок-преобразователь переменного тока напряжением 220 или 380 В в постоянный ток напряжением 24 В. Этот блок располагается вне рабочей зоны сварщика.

Новую модель ФВА «Темп-НТ-М» можно применять для улавливания не только сварочного аэрозоля, но и взрывоопасной и радиационной пыли.

● #365



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

**Электрогазосварочное оборудование**

**Горелки к полуавтоматам**

**Электрододержатели**

**Пусконаладочные работы**

**Ремонт сварочного оборудования**

**Технологическая и полная комплектация сварочных производств**



Тел. (0612) 33 1058, 34 3623, 13 2269, (061) 220 0079

E-mail: weld@triada.zp.ua

**ОАО «ЗОНТ»**

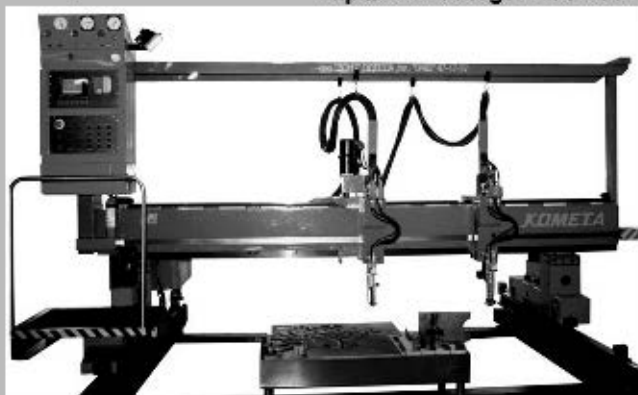


(завод оборудования наукоемких технологий)

тел. (0482) 471737, (048) 7156777, 7156940

факс (0482) 473536 e-mail: oaozont@te.net.ua

http://www.autogonmash.com



-Машины для термической резки серии «Комета М»

-Машины для микроплазменной резки серии «Метеор»

-Переносные газорезающие машины серии «Радуга М»

-Системы ЧПУ для машин термической резки и станков

-Капитальный ремонт, модернизация машин термической резки с ЧПУ, комплектующие

-Запасные части для криогенного оборудования

-Теплообменники, насосы сжиженных газов для криогенного оборудования.

**3-4 октября**

**специализированная  
выставка**

КОНЦЕРН  
**УКРРОСМЕТАЛЛ**



**Лидеры машиностроения  
Энергопрогресс**

**Тяжелое и транспортное машиностроение,  
станки и оборудование,  
гидравлика и пневматика,  
экологические аспекты в машиностроении,  
инструмент и оснастка,  
электротехническая промышленность,  
энергосберегающие технологии,  
контрольно-измерительные приборы**

Украина, 40030, г. Сумы, ул. Кооперативная, 1, универсал «Киев»  
тел.: (0542) 214-191, факс: (0542) 214-114, 214-102  
e-mail: expo@ukrrosmetall.com.ua www.expocenter.sumy.ua

**Поддержка Сумской облгосадминистрации и Сумской торгово-промышленной палаты**

**СЛОБОЖАНЩИНА  
СЛОБОЖАНИ**

**Данкор**

**Мир техники  
и технологий**

# TermoLab и TermoPro — торговые марки ведущего производителя промышленного термооборудования в Украине

Ю. В. Грибок, ООО «Термоинжиниринг» (Борисполь, Киевская обл.)

**Регистрация своей торговой марки — важный этап в деятельности любого предприятия, а для этого необходимы качество и востребованность его продукции. Учредить собственную торговую марку может лишь тот производитель, чья высокая профессиональная репутация обеспечила ему имя, выделяющее его из общего ряда конкурентов.**

Не так давно на отечественном рынке появились торговые марки «TermoLab» и «TermoPro», созданные хорошо известной научно-производственной фирмой «Термоинжиниринг» — ведущим производителем промышленного термооборудования в Украине. Предприятие выпускает высококачественные термические агрегаты, без которых не обходится ни одно промышленное производство. Это не только плавильные и сушильные печи различных модификаций, а и полный автоматизированный комплекс термооборудования для всех видов промышленного производства, высокоэффективные системы управления нагревом, линии напыления порошковых красок. ООО «Термоинжиниринг» производит огнеупоры, керамику, вспомогательное оборудование, облегчающее производственный процесс термообработки, выполняет комплекс работ «под ключ» по модернизации и восстановлению существующего парка термического оборудования.

Высококвалифицированные специалисты ООО «Термоинжиниринг» могут изготовить печи любой сложности и конфигурации согласно техническому заданию заказчика. Для получения опытного изделия достаточно от 1 до 3 месяцев! Заказчиками фирмы-производителя являются электронная промышленность, заводы, фабрики, шахты, частные предприятия, коммерческие структуры, т. е. все те, кто сегодня занимается производством.

Качество выпускаемой продукции, которая получила устойчивый спрос на рынке, позволило предприятию учредить собственную торговую марку

«TermoLab» для лабораторного термооборудования, запущенного в серийное производство, и торговой марки «TermoPro» — для опытного промышленного термооборудования, выполняемого по индивидуальному заказу. Квалификация специалистов и научно-технический потенциал предприятия позволяет проектировать и выпускать изделия, полностью отвечающие европейским стандартам качества. Участие в последней выставке еще одно подтверждение.

В мае 2003 г. продукция ООО «Термоинжиниринг» была представлена на международной выставке — ярмарке «Сварка. Родственные технологии—2003», проходившей в выставочном центре «КиевЭкспоПлаза». Более 60 ведущих компаний из разных стран мира демонстрировали свои новейшие разработки. На выставке были широко представлены лучшие достижения в области свароч-



Стенд компании «Термоинжиниринг»

ных технологий, производства сварочного оборудования и сварочных материалов, термического оборудования, промышленных систем автоматизированного управления. Организаторы выставки — Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е. О. Патона», Общество сварщиков Украины и Экспоцентр «Наука» — в очередной раз доказали, как много внимания они уделяют развитию международного экономического и научно-технического сотрудничества в сфере промышленных технологий.

Компания «Термоинжиниринг» демонстрировала на выставке лабораторное и промышленное термическое оборудование, работающее при температурах до 1400 °С, в том числе различные модификации печей для сушки и прокаливания сварочных электродов и сварочных материалов,



Печь СНОЛ 75/400 для прокаливания до 75 кг сварочных электродов

лабораторные муфельные печи, электропечи для плавки цветных металлов до 1300 °С, оборудование для порошковой окраски, автоматизированные системы управления и контроля технологических процессов. Преимуществом предлагаемой продукции перед аналогичными изделиями других фирм является производство оборудования по индивидуальному заказу, что позволяет покупателю вносить изме-

