



2(30) 2003

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

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,
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 В. А. Никитенко

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 14.04.2003. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная №1.

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

Зак. № 14/04 от 14 апреля 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

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологии	4
Производственный опыт	
○ Дуговая сварка труб с внутренним защитным покрытием. <i>В. С. Бут</i>	8
○ Восстановление работоспособности станины прессы. <i>Л. М. Лобанов, В. И. Дворецкий, Л. И. Миходуй, П. П. Михеев, В. Д. Позняков, Ю. В. Демченко, Н. И. Дуда</i>	12
○ Восстановление барабана котла E250/100ГМ наплавкой и термической обработкой. <i>П. М. Корольков</i>	15
○ Баллоны с ЛПМ — лучшие баллоны для ацетиленов	17
Заготовительное производство	
○ Обеспечение точности изготовления сварных конструкций. <i>Г. И. Лащенко</i>	18
○ Оборудование для кислородной резки углеродистых сталей. <i>М. М. Лилько</i>	20
Технологии и оборудование	
○ Гибридные процессы дуговой и плазменной сварки. <i>Н. М. Воронай, В. М. Илюшенко</i>	22
○ Сравнительная оценка качества сплошной электродной проволоки G3Si1 по EN 440. <i>Э. В. Турък</i>	28
○ Компьютерный анализ характеристик дуги переменного тока. <i>Л. А. Жданов, А. М. Сливинский, В. Т. Котик, В. Н. Коперсак, В. Л. Коваленко, Ю. А. Пырч</i>	32
Общество сварщиков Украины	
○ Отчетно-выборная конференция Общества сварщиков Украины	33
Наши консультации	34
Экономика сварочного производства	
○ Износ основных фондов предприятия и формы его устранения. <i>Н. Н. Бондарь</i>	38
Юбилей	
○ К 30-летию директорского стажа Осипова Николая Яковлевича	41
○ Николаю Васильевичу Высоколянцу — 50 лет	41
Охрана труда	
○ Фильтровентиляционный агрегат «ТЕМП-НТ». <i>О. Г. Левченко, Н. Ю. Агасьян</i>	42
Из истории сварки	
○ Константин Константинович Хренов — зеркало истории сварки. <i>А. Н. Коршенико</i>	44

2003

март-апрель



Новини техніки і технології	4
Виробничий досвід	
○ Дугове зварювання труб з внутрішнім захисним покриттям. <i>В. С. Бут</i>	8
○ Відновлення работоздатності станини пресу. <i>Л. М. Лобанов, В. І. Дворецький, [Л. І. Міходуй], П. П. Міхеев, В. Д. Позняков, Ю. В. Демченко, М. І. Дуда</i>	12
○ Відновлення барабану котла E250/100ГМ наплавкою та термічною обробкою. <i>П. М. Корольков</i>	15
○ Балони з ЛПМ — кращі балони для ацетилену	17
Заготівельне виробництво	
○ Забезпечення точності виготовлення зварних конструкцій. <i>Г. І. Лашченко</i>	18
○ Устаткування для кисневого різання вуглецевих сталей. <i>М. М. Лілько</i>	20
Технології і устаткування	
○ Гібридні процеси дугового та плазмового зварювання. <i>М. М. Воропай, В. М. Ілюшенко</i>	22
○ Порівняльна оцінка якості суцільного електродного дроту G3Si1 за EN 440. <i>Е. В. Турик</i>	28
○ Комп'ютерний аналіз характеристик дуги змінного струму. <i>Л. А. Жданов, А. М. Сливинський, В. Т. Котик, В. М. Коперсак, В. Л. Коваленко, Ю. А. Пирч</i>	32
Товариство зварників України	
○ Звітно-виборча конференція Товариства зварників України	33
Наші консультації	34
Економіка зварювального виробництва	
○ Знос основних фондів підприємств та форми його усунення. <i>Н. Н. Бондар</i>	38
Ювілеї	
○ До 30-річчя директорського стажу Осипова Миколи Яковича.	41
○ Миколі Васильовичу Високолянчу — 50 років	41
Охорона праці	
○ Фільтровентиляційний агрегат «ТЕМП-НТ». <i>О. Г. Левченко, Н. Ю. Агасьян</i>	42
3 історії зварювання	
○ Костянтин Костянтинович Хренов — дзеркало історії зварювання. <i>О. М. Корнієнко</i>	44

CONTENTS

News of technique and technologies	4
Production experience	
○ Arc welding of tubes with inner protection coating. <i>V. S. But</i>	8
○ Renovation of serviceability of press stand. <i>L. M. Lobanov, V. I. Dvoretzkiy, [L. I. Mikhoduy], P. P. Mikheev, V. D. Poznyakov, Yu. V. Demchenko, N. I. Duda</i>	12
○ Renovation of boiler drum E250/100GM by cladding and thermal treatment. <i>P. M. Korol'kov</i>	15
○ Cylinders with LPM — better cylinders for acetylene.	17
Preparation production	
○ Providing of accuracy of production of weld structures. <i>G. I. Lashchenko</i>	18
○ Equipment for oxygen cutting of carbon steels. <i>M. M. Lil'ko</i>	20
Technologies and equipment	
○ Hybrid processes of arc and plasma welding. <i>N. M. Voropay, V. M. Ilyushenko</i>	22
○ Compared estimation of quality of solid electrode wire G3Si1 according to EN 440. <i>E. V. Turyk</i>	28
○ Computer analysis of characteristics of arc of alternative current. <i>L. A. Zhdanov, A. M. Slivinskiy, V. T. Kotik, V. N. Kopersak, V. L. Kovalenko, Yu. A. Pyrch</i>	32
Society of welders of Ukraine	
○ Election conference of Ukrainian Welder Society	33
Our consultations	34
Economic of welding production	
○ Wear of basic funds of enterprise and forms of it's elimination. <i>N. N. Bondar</i>	38
Jubilees	
○ To 30 th anniversary of director's period of Osipova N. Ya.	41
○ Nicolayu Vasil'evichu Vysokolyanu — 50 years	41
Labor protection	
○ Filter-ventilator «TEMP-NT». <i>O. G. Levchenko, N. Yu. Agas'an</i>	42
From history of welding	
○ Constantin Constantinovich Khrenov — mirror of welding history. <i>A. N. Kornienko</i>	44



Журнал виходить 6 раз на рік.

Видається з квітня 1998 р.

Передплатний індекс 22405

Свідоцтво про реєстрацію KB № 3102 від 09.03.98

Засновники:

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

Видавець:

ДВП «Екотехнологія»

Видання журналу підтримують:

Товариство зварників України,
Національний технічний університет
України «КПІ»



Журнал видається за сприяння
UNIDO

Головний редактор

К. А. Ющенко

Заст. головного редактора

Б. В. Юрлов

Редакційна колегія:

В. В. Андреев, В. М. Бернадський,
Ю. К. Бондаренко, Л. М. Горбань,
Ю. В. Демченко, В. М. Ілюшенко,
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,
Я. І. Мікітін, Г. В. Павленко,
В. М. Проскудін, О. Д. Розмишляев,
О. В. Щербак

Редакція:

Т. М. Мішина, Г. Л. Берзіна,
В. Ю. Демченко, М. В. Кільчевський

Маркетинг і реклама

В. А. Нікітенко

Верстка

Т. Д. Пашигорова, 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 Центр»

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 14.04.2003. Формат 60×84 1/8.

Офсетний друк. Папір офсетний №1. Гарнітура

PetersburgCTT. Ум. друк. арк. 5,0. Обл.-вид. арк. 5,2.

Зам. № 14/04 від 14 квітня 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

Дорогие читатели!

Сегодня Вы знакомитесь не просто с очередным номером журнала, а с юбилейным. Потребность в массовом техническом журнале для специалистов-практиков сварочного производства возникла еще в 30-е годы прошлого века. В 1933 г. вышел первый номер журнала «Сварщик», который, к сожалению, в 1935 г. перестали издавать.

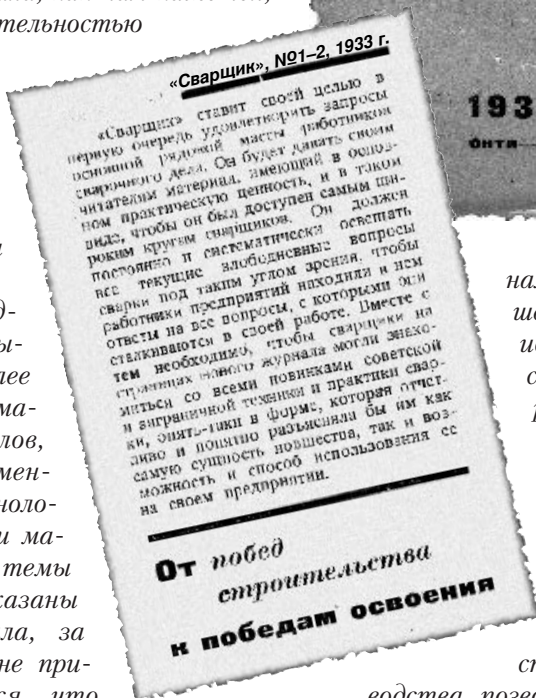
В апреле 1998 г. издание информационно-технического журнала «Сварщик» возобновили. Новое издание, как и его предшественник, рассчитано на массового читателя и предназначено всесторонне освещать все производственные процессы сварки и родственных ей технологий, способствовать обмену опытом, знакомить с новостями отечественной и зарубежной техники. Читатели «Сварщика» могут убедиться, что цели и задачи практического журнала для сварщиков полностью сохранены.

Возникает вопрос: сколько лет журналу «Сварщик» — семьдесят или пять?

Авторитет журнала, как нам кажется, не определяется длительностью его издания, а зависит от того, находит ли он поддержку и понимание читателей, его востребованностью специалистами, для которых он живет.

За пять прошедших лет в журнале было опубликовано более 600 статей и информационных материалов, посвященных современным сварочным технологиям, оборудованию и материалам. Многие темы публикаций подсказаны читателями журнала, за что мы Вам искренне признательны. Надеемся, что наше сотрудничество будет развиваться и в будущем.

Мы с Вами переживаем нелегкое время, когда развитие производства и экономики в целом происходит в сложных условиях. Журнал «Сварщик» стремится внести свой вклад в возрождение экономики. Поэтому в своей работе мы руководствуемся девизом **«Возрождению экономики — передовые технологии»**.



В юбилейном году журнал вышел в новом улучшенном полиграфическом исполнении, с новой структурой, новыми рубриками, темы которых подсказаны нашими читателями. Мы уверены, что активное участие журнала в выставках, постоянные контакты членов редакции со специалистами сварочного произ-

водства позволят публиковать своевременно актуальную информацию о новой технике и технологиях, производственном опыте, экономических аспектах сварочного производства, индустриальном маркетинге, охране труда, сертификации и стандартизации и т. п.

Сегодня мы уверенно смотрим вперед, а Ваша поддержка убеждает нас в правильности выбранного пути.

Коллектив редакции



Комплект установок для автоматической дуговой МИГ/МАГ сварки баллонов огнетушителей

Установки предназначены для сварки баллонов порошковых огнетушителей ОП-5, ОП-10, ОП-50 и ОП-100, а также подобных им емкостей диаметром от 150 до 600 мм, длиной обечайки от 100 до 900 мм и толщиной стенки от

1,2 до 3,0 мм. Сварку баллона, состоящего из четырех деталей, — горловины, обечайки, верхнего и нижнего днищ — выполняют поочередно на трех установках. На первой — АС 305-1 (рис. 1, а) — сваривают горловину с верхним днищем, на второй — АС 304 (рис. 1, б) — выполняют продольный шов обечайки, на третьей — АС 305-2 (рис. 1, в) — одновременно два кольцевых шва, соединяющих обечайку с днищами.

Продольный шов стыкового соединения обечайки сваривают в положении «на спуск» на медной охлаждаемой подкладке с клавишным прижимом кромок. Кольцевые сварные соединения днищ и горловины корпуса огнетушителя показаны на рис. 2.

Сварочная проволока — сплошная стальная омедненная диаметром 1,0 или 1,2 мм. Защитный газ — смесь на основе аргона или CO_2 . Производительность установок — 250 шт. баллонов огнетушителей марки ОП-5 или 120 шт. марки ОП-100 в смену.

В каждой установке применены источники питания и механизмы подачи Варио-Стар 357-2 производства «Фрониус-Факел», укомплектованные горелками АУТ 40-KD фирмы «Abicor Binzel» (в установку АС 305-2 входят два комплекта сварочного оборудования).

Блоки управления установками унифицированы и построены на базе программируемых модулей производства фирмы «Schneider Electric» и частотных преобразователей фирмы «Lenze».

Особенности установок:

- автоматическая подача сварочных горелок в положение сварки и их отвод в исходное положение с помощью пневмопривода;
- быстрая переналадка на выпуск изделий другого типа;
- минимальные сварочные деформации обечайки за счет интенсивного отвода теплоты из зоны сварки;
- благоприятная форма швов за счет оптимального пространственного положения соединения и ориентации горелки.

Унификация и модульность отдельных элементов установок позволяют проектировать на их основе специализированное сварочное оборудование, ориентированное на другие задачи дуговой сварки. ● #307

**С. В. Дубовецкий, С. В. Можяев,
А. Е. Фролов, Д. В. Плющ,
М. П. Довгошея,
ООО «НАВКО-Тех» (Киев)**

Рис. 1. Внешний вид установок для дуговой сварки баллонов огнетушителя: а — установка АС 305-1 для сварки горловины с днищем; б — установка АС 304 для сварки продольного шва обечайки; в — установка АС 305-2 для сварки двух швов, соединяющих обечайку с днищами

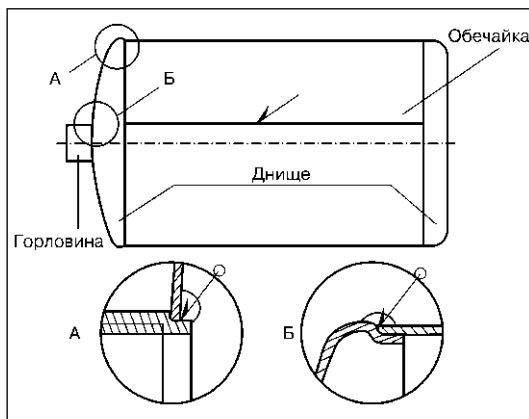
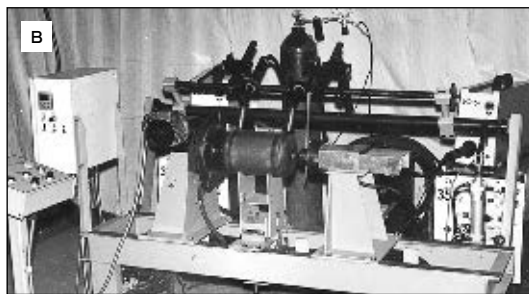
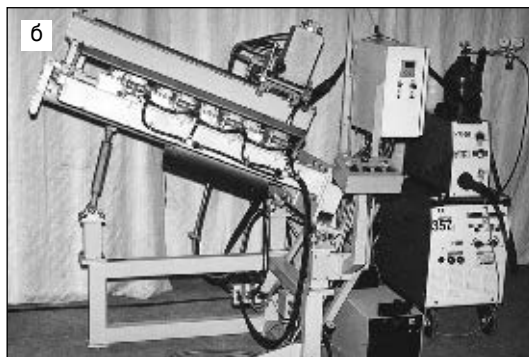
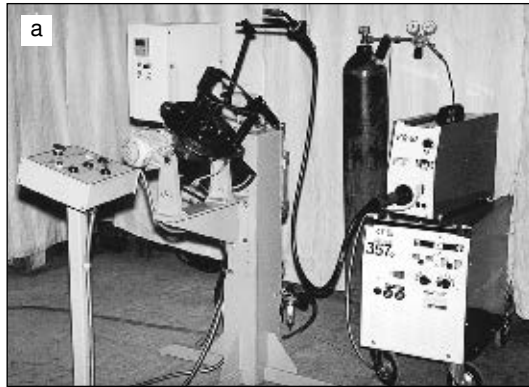


Рис. 2. Схема баллона огнетушителя

Цилиндрический угловой отражатель для настройки ультразвукового дефектоскопа

При ручной аргонодуговой сварке труб поверхностей нагрева котлов сложно выявить такие дефекты, как сквозные поры (свищи). Трудность идентификации этих дефектов во многом определяется неадекватностью искусственного отражателя (зарубки) на стандартных образцах геометрии и размерам реальных дефектов.

Типичные геометрия и размеры свищей соответствуют геометрии и размерам сквозных отверстий: приблизительно цилиндрическая форма, диаметр от нескольких десятых миллиметра до 3–5 мм.

Предельные минимальные размеры дефектов по РТМ–1с, выявляемых при радиографическом и металлографическом методах контроля, в зависимости от толщины стенки труб составляют соответственно 0,8–1,2 и 0,6–0,9 мм, что существенно ниже размеров дефектов, которые могут быть обнаружены методом УЗК при настройке чувствительности дефектоскопа по стандартному образцу предприятия с зарубкой площадью 1,6 мм². При использовании такого образца дефектоскоп настраивают на браковочный уровень 16 дБ согласно ОП 501 ЦД–75.

С целью повышения эффективности УЗК сварных соединений труб поверхностей нагрева котлов, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей перлитного класса, предлагается стандартный образец предприятия, в котором дефект (свищ) имитируют сквозным отверстием диаметром 1,0 мм. Чертеж образца показан на рис. 1.

На рис. 2 показаны результаты сравнительного анализа отражательной способности стандартного образца с зарубкой 1,6 мм² (ОП 501 ЦД–75) и образцов со сквозными отверстиями диаметром 1,0–5,0 мм. Как зарубка, так и отверстия выполнены на трубах из сталей 20 и 12Х1МФ поверхностей нагрева котлов.

В качестве регистрирующего прибора применяли серийный дефектоскоп УД2–12 с преобразователем на частоту 5 МГц и углом призмы 55°. Перед измерениями настройку чувствительности проводили по зарубке площадью 1,6 мм². Амплитуда эхо-сигнала составляла 16 дБ. Отражательную способность сквозных отверстий различного диаметра оценивали, не изменяя

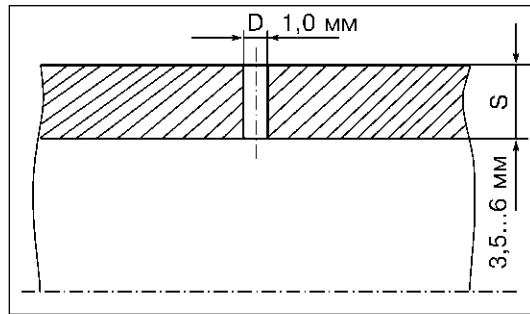


Рис. 1. Схема стандартного образца предприятия с цилиндрическим угловым отражателем

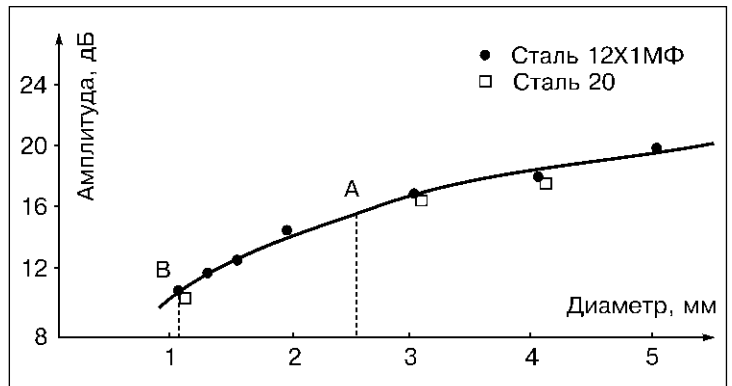


Рис. 2. Зависимость амплитуды эхо-сигнала от диаметра D цилиндрического отражателя (отверстия)

параметры настройки дефектоскопа, амплитуду эхо-сигналов измеряли по образующей трубы с обеих сторон отверстий и усредняли по десяти измерениям.

Из данных, показанных на рис. 2, следует, что амплитуда эхо-сигнала от зарубки 16 дБ соответствует амплитуде от отверстия диаметром 2,5 мм (точка A). Это значение более чем в два раза превышает нормы браковки (РТМ–1с), соответствующие радиографическому и металлографическому методам контроля. При настройке чувствительности дефектоскопа на нормативный браковочный уровень 16 дБ по сквозному отверстию диаметром 1,0 мм (точка B) размеры выявляемых дефектов типа сквозных свищей близки к разрешающей способности радиографического метода (диаметр 0,8–1,2 мм).

При УЗК сварных соединений труб поверхностей нагрева котлов, изготовленных из сталей перлитного класса, рекомендуется для настройки чувствительности дефектоскопа применять стандартный образец предприятия со сквозным отверстием диаметром 1,0 мм.

Для образца можно использовать сварные соединения, соответствующие типу-размеру труб, марке стали, качеству защитной среды и другим конкретным условиям технологии сварки.

● #308
В. М. Куц, С. С. Солдатов, В. П. Суло,
 инженеры, Кременчугская ТЭЦ,
 «ДонОПРЭС»

Рельсовая сталь для железных дорог в Северной Америке

Характеристики применяемой в настоящее время аустенитной марганцовистой стали (AMS) для изготовления крестовин стрелочных переводов и глухих пересечений мало изменились с 1883 г., когда она была изобретена. AMS является хорошим материалом для крестовин, так как обладает нужными пластичностью, ударной вязкостью, износостойкостью и способностью к наклепу под воздействием давления колес подвижного состава. Для повышения прочности стали применяют легирующие добавки с одновременным упрочнением поверхностного слоя взрывом. Однако эту мягкую сталь трудно отливать без дефектов, которые практически невозможно выявить магнитным и ультразвуковым методами дефектоскопии.

Британская компания «British Steel Track Products» недавно запатентовала мартенситную сталь, позволяющую довести твердость головки рельсов примерно до 445 НВ при ударной вязкости намного более высокой, чем у стандартных упрочненных рельсов, и примерно одинаковой интенсивности износа. Кроме того, компании «British Steel», «Thyssen Stahl» (Германия) и «NKK» (Япония) разработали технологию изготовления рельсов из бейнитной стали. Немецкие рельсы с твердостью 425 НВ были испытаны на грузонапряженной линии в Норвегии. Их износостойкость оказалась намного выше, чем стандартных улучшенных рельсов. Японские рельсы с твердостью 420 НВ уложены на другом участке пути полигона FAST, и за ними ведутся наблюдения.

Ассоциация американских железных дорог (AAR) совместно с университетом штата Орегон разработала высокопрочную бейнитную сталь J6. В процессе охлаждения на воздухе твердость стали достигает 430 НВ, в результате чего не требуется дополнительного упрочнения головки рельса. Измерения показывают, что внутренние остаточные напряжения, возникающие в рельсах из этой стали при роликовой правке, не больше, чем в стандартных улучшенных рельсах. Это весьма важный фактор, если иметь в виду, что высокие остаточные напряжения способствуют развитию внутренних дефектов.

Для стрелочных переводов и глухих пересечений на линиях грузовых железных дорог применяют рельсовую сталь разных марок. В стрелочных переводах в зоне разрыва рельсовых нитей используют обычные рельсы и сборные крестовины со вставками из мягкой стали. В глухих пересечениях ходовые рельсы в зоне разрыва рельсовых нитей изготавливают из AMS, а крестовины или сборными с литым сердечником — из AMS и вставками из мягкой стали или цельнолитыми из AMS. Крестовины обоих типов имеют одинаковое основание (балласт, шпалы, крепления). Несмотря на различия в характеристиках

металла и профиля обе конструкции удовлетворительно работают в условиях обычной эксплуатации. Недавние обследования крестовин показали, что на грузонапряженных линиях при обращении вагонов с осевой нагрузкой 30 т средний срок их службы по пропуску поездной нагрузки составляет 90–180 млн. т. Наплавка требуется после пропуска 45–54 млн. т.

От типа крестовин зависят виды развивающихся дефектов. У сборных крестовин повреждения возникают на поверхности катания, у цельнолитых — в зоне опирания. У сборных крестовин наблюдаются изломы ходового рельса. Литые крестовины из AMS, в которых образовались трещины или интенсивно износился сердечник, заменяют, так как их неэкономично восстанавливать наплавкой.

Проведенные на полигоне FAST испытания цельнолитой крестовины из бейнитной стали J9 и сборной марки 1/10 из AMS, упрочненной взрывом, показали, что у крестовины из бейнитной стали интенсивность развития износа и деформаций в четыре раза меньше, чем у крестовины из AMS. Сердечник крестовины из бейнитной стали деформируется намного меньше, чем крестовины из AMS, что снижает динамическое воздействие подвижного состава на крестовину и уменьшает потребное число наплавов в течение всего срока службы. Вместе с тем выявлены деформации на острие сердечника бейнитной крестовины, обусловленные, вероятно, неправильным выбором угла скоса усовика.

Наиболее перспективными сортами стали считают бейнитную и мартенситную с высокой твердостью и увеличенным до 1–2% содержанием углерода. В них оптимально сочетаются твердость, прочность и пластичность.

Параллельно с разработкой новых материалов усилия направляются на улучшение геометрических параметров поверхности катания крестовин стрелочных переводов и глухих пересечений, выбор наилучшего из уже имеющихся материалов и совершенствование технологии изготовления. Применение новейших технологий позволяет изготавливать крестовины со сверхтвердой поверхностью катания в сочетании с достаточной вязкостью и пластичностью основного металла. Наиболее эффективными могут оказаться крестовины, изготовленные из сортового проката с применением электронно-лучевой сварки. ● #309

По материалам сайта www.css-mps.ru

Самолет Ту-160: непревзойденные достижения недавнего прошлого

Начало работ над новым межконтинентальным стратегическим многорежимным самолетом-ракетоносцем Ту-160 («160», «К», «70») можно отнести к 1967 г. На вооружение он начал поступать с 1987 г.

Самолет Ту-160 (разработчик ОКБ им. А. Н. Туполева, Москва) выполнен по нормальной аэродинамической схеме с крылом изменяемой геометрии. Особенностью планера является интегральная схема аэродинамической компоновки, при которой корневая неподвижная часть крыла выполнена неразъемной с фюзеляжем и составляет с ним единую конструкцию. Это позволяет более полно использовать внутренние объемы для размещения грузов, топлива, оборудования, а также уменьшить число конструктивных стыков, что способствует снижению массы планера.

Планер изготовлен в основном из алюминиевых сплавов В-95 (термообработан для повышения ресурса) и АК-4. Доля титановых сплавов в массе планера — 20%. Используются также композиционные материалы и стеклопластики, широко применены клееные трехслойные конструкции.

Конструктивно крыло разделено на:

- балку центроплана, представляющую собой цельносварную титановую конструкцию длиной 12,4 м и шириной 2,1 м с поперечным набором в виде стеночных нервюр из алюминиевого сплава и перестыковочных профилей для обеспечения связи с наружной обшивкой и фюзеляжем. Балка центроплана органически встроена в центральную часть планера и обеспечивает восприятие всего спектра нагрузок, приходящих от консолей крыла, замыкание и передачу их на фюзеляж. Кессон центроплана является также топливным баком;
- двухсрезные титановые узлы поворота (шарниры), обеспечивающие поворот консолей и передачу нагрузок с крыла на центроплан (на первой машине крепление проушин шарниров было сварным, но в дальнейшем по технологическим соображениям перешли на болтовое крепление);
- консоли, выполненные из высокопрочных алюминиевых и титановых сплавов, пристыковывающиеся к шарнирам и поворачивающиеся в диапазоне углов стреловидности 20–65°.

Центральная часть планера включает собственно фюзеляж, неподвижную («напильную») часть крыла, встроенную балку центроплана и gondолы двигателей. Вместе с центральной частью крыла фюзеляж представляет собой единый агрегат, выполненный в основном из алюминиевых сплавов.

Основные нагрузки воспринимает центральная фюзеляжеобразующая цельносварная титановая балка, вокруг нее группируются все остальные элементы планера. Оригинальная технология изготовления столь большого конструктивного элемента, как титановая балка, основывалась на процессе электронно-лучевой сварки, которая до настоящего времени относится к уникальным технологиям и по праву может считаться национальным приоритетом Российской Федерации и Украины (над технологиями и оборудованием для сварки работали специалисты Московского НИАТ и ИЭС им. Е. О. Патона). Поворотные части крыла, узлы поворота и привода по своей схеме и техническим решениям в общем повторяли принятые для Ту-22М, однако конструкция существенно доработана и увеличена мощность приводов. Хвостовое оперение выполнено по оригинальной схеме с двухсекционным килем, состоящим из нижней неподвижной части, к которой прикреплен цельноповоротный стабилизатор, и верхней подвижной части киля. Подобное решение позволило в условиях ограниченных объемов разместить мощные рулевые электрогидроусилители и шарнирные приводы отклоняемых плоскостей хвостового оперения. Здесь наряду с конструкциями из титанового сплава применены сотовые трехслойные конструкции из сплавов алюминия.

38% конструкции самолета выполнено из титановых сплавов, 58% — из алюминиевых, 15% — из высококачественных стальных сплавов и 3% — из композиционных материалов.

● #310

По материалам сайтов <http://testpilot.ru>, www.aviaport.ru

...А так выглядела эта рубрика в журнале «Сварщик», №1-2, 1933 г.

Э Новости техники
лектросварка
под водой

Проф. Криво



За работ
электронной лампы
Москвитин в. л.-м.
инженерно-технолог
электросварки.

По заданию Наркомзема в начале этого года специальная лаборатория МЭМИТ занялась вопросами возможности проведения дуговой электросварки под водой. Подопытность в такой сварке может возникнуть, например, при ремонте швартовых и рывковых судов и при ремонте ряда подводных работ.

Опыты производились в небольшой железной бочке в прудовой и морской (солончаковой) воде, глубиной и протяжностью. Место сварки находилось на глубине от 200 до 400 см под уровнем воды, электродоподогреватель вместе с электродом помещался в специальную камеру, свертывавшуюся в дугу при помощи ручных щипцов.

Опыты с металлическими электродами голыми, покрытыми тонким слоем обожженного

и еще раз погружается в ту же воду, пока толщина слоя не достигнет нулевой толщины. После этого электрод удаляется из воды и снова в работу. При подобных электродных ваннах дуга горит в воде весьма устойчиво, после некоторой выдержки электрод может наплавить достаточно ровное выливи и выдержать удовлетворительного качества швы стыка, шпательку и т.д. Небольшую выдержку производится как на поверхности, так и на глубинах в соляной и морской воде.

Наплавляемый под водой металл показал при исследовании высокую эластичность, плотность, однородность, структуру и достаточно высокую прочность, а также хорошее сопротивление разрыву около 30 кг на 1 см².

При сварке обыкновенного железа электроды марки МЭЗ безразлично заводского изготовления и прилегающий к нему стальной металл достаточно жесток и заметной закалки не наблюдается.

Основным затруднением при подводной сварке в лабораторных условиях является



Дуговая сварка труб с внутренним защитным покрытием

В. С. Бут, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Применение защитных покрытий позволяет во многих случаях заменить дорогостоящие и дефицитные коррозионно-стойкие легированные стали и сплавы на более простые, а также обеспечить высокую степень чистоты химической продукции и повысить надежность эксплуатации химического оборудования. В нефтедобывающей, химической и других отраслях промышленности отдельные технологические процессы вообще не могут быть осуществлены без применения гуммированных и эмалированных рабочих поверхностей трубопроводов и оборудования. Особенно ценны трубы со стеклянным или эмалевым покрытием при добыче и переработке нефти, в производстве пластмасс, каучука и химических волокон. Продукты полимеризации и парафин совершенно не пристаю к стеклу и эмали, вследствие чего исключена возможность отложения их на стенках трубопроводов.

Существует ряд антикоррозионных покрытий, повышающих в несколько раз стойкость труб в агрессивных средах. Это — полимерные, эпоксидные, лакокрасочные, стекловидные, резиновые, металлические (из алюминия, титана, цинка, магния, никеля и т. п.) и цементно-песочные покрытия.

Как известно, широкое применение труб с внутренним защитным покрытием сдерживает отсутствие надежной и эффективной технологии соединения их в трубопроводы дуговыми способами сварки. И в настоящее время, как правило, при монтаже магистральных линий и технологических обвязок из труб с внутренним защитным покрытием используют фланцевые соединения с коррозионно-стойкими прокладками, недостатком которых является необходимость в регулярном поджатии, а то и замене герметика из-за его старения.

При сварке труб с внутренним защитным покрытием нарушается его сплошность на участках, прилегающих к сплавляемым кромкам, из-за растрескивания или выгорания защитного слоя вследствие действия термического цикла сварки. Кроме того, возникает проблема защиты и внутренней поверхности кольцевого стыка.

Как показывает анализ литературных данных, в мировой практике существует несколько подходов к решению данной проблемы:

- предварительное выполнение протекторных наплавов на внутренней поверхности труб у свариваемой кромки;
- разработка конструктивных и технологических решений, обеспечивающих формирование коррозионно-стойких сварных соединений трубопроводов;
- разработка технических средств нанесения защитных покрытий на внутреннюю поверхность кольцевых сварных стыков и прилегающих к ним участков.

Из перечисленных путей решения проблемы антикоррозионной защиты сварных соединений первый — наиболее простой по реализации, однако применим только для узкого диапазона агрессивных сред, транспортируемых по трубопроводам. Третий, наиболее дорогостоящий, требующий значительных капитальных вложений в разработку и создание сложной и дорогой техники, экономически целесообразен только при строительстве магистралей большой протяженности. Наиболее перспективным является второй, что подтверждает большое количество запатентованных технических решений. Однако воплощена в жизнь только незначительная их доля. Внедренные способы можно условно разделить на три группы:

- использование конструктивных приспособлений (специальных муфт) и формирующих устройств;
- использование формирующих подкладок;
- использование переходных элементов.

Примером первой группы может служить способ, применяемый в Японии. Концы труб развальцовывают и просверливают два отверстия (рис. 1, а). Через одно заливают стеклоэмалевый расплав 7 (или эмаль), другое используют для удаления газов, выделяющихся из расплава стекла. Предварительно вовнутрь стыкуемых труб помещают эластичную термостойкую трубку 3 и камеру 4, которые позволяют формировать защитную оболочку из расплавленного стекла. Силовую же нагрузку воспринимает кольцевой шов 8. Недостаток данного способа — большая трудоемкость и сложность установки указанных при-

способлений. Возможны также сквозные дефекты в сформированной оболочке.

С целью упрощения технологии сварки труб и повышения качества защиты внутренней поверхности соединения в России формируют коррозионно-стойкую прослойку из материала покрытия путем создания замкового соединения труб с предварительно эмалированными торцами (рис. 1, б). После сборки зону стыка нагревают до температуры плавления эмалевого покрытия с одновременным сжатием торцов замка и выполняют сварку нахлесточно-стыкового соединения. Недостатком способа является ограниченная работоспособность сварного соединения при циклических нагрузках в условиях эксплуатации.

Последняя группа (использование переходных элементов) нашла наиболее широкое применение при строительстве коррозионно-стойких трубопроводов. Переходные патрубки из высоколегированного металла приваривают к торцам труб в заводских условиях и наносят вспомогательный защитный слой краски (японская технология) на участок стыковки разнородных сталей (рис. 1, в) или выполняют эмалирование (французская технология).

Внедрение указанной технологии в Украине сдерживает высокая трудоемкость (сварка дополнительных двух стыков), большие расходы дорогостоящего высоколегированного металла на переходные кольца и сварочные материалы, значительные трудности, связанные с выплавкой сталей определенного химического состава и прокаткой труб требуемого типоразмера.

Эксперименты по определению возможности формирования коррозионно-стойких сварных соединений труб с использованием эмалевого шликера показали сложность реализации процесса, а также большую энерго- и трудоемкость операций. Так, при сварке труб с внутренним эмалевым покрытием опасность растрескивания защитного слоя возникает на участках шириной до 9 мм от свариваемых кромок. Только предварительный нагрев стыкуемых кромок до температуры размягчения эмали (500 °С) предотвращает отслаивание эмали под слоем шликера. Формирование же защитного покрытия на шве и прилегающей зоне происходит в результате термообработки при температуре 840–860 °С пленки, образующейся за счет поверхностного натяжения расплава эмалевого шликера. При этом, как правило,

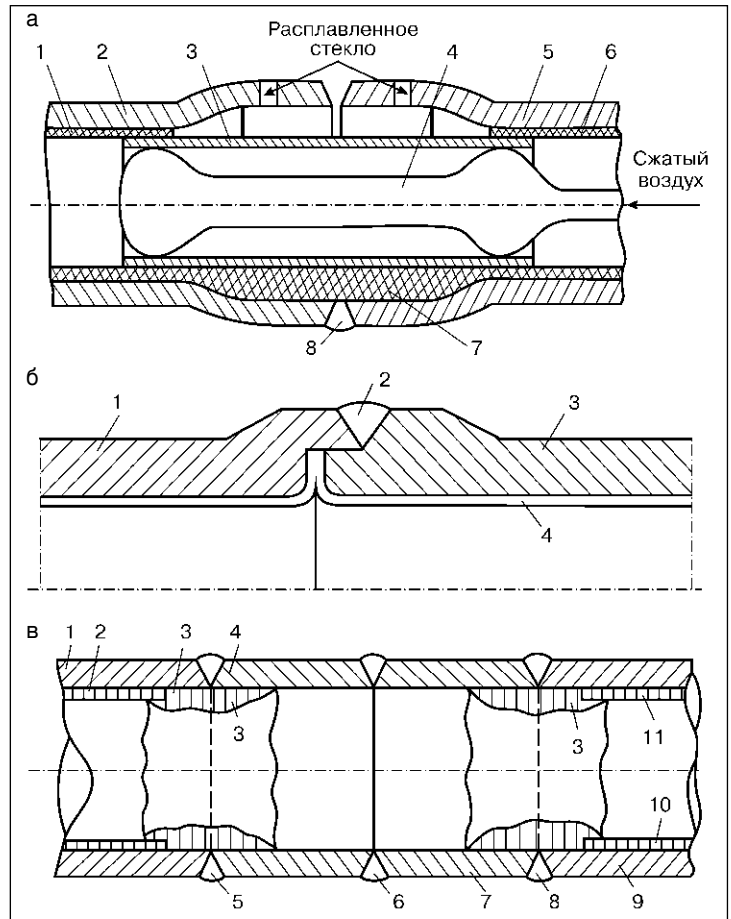


Рис. 1. Конструктивные особенности соединения труб с внутренним защитным покрытием при использовании: а — формирующего устройства (1, 6 — эмалевое покрытие; 2, 5 — соединяемые элементы; 3 — эластичная трубка; 4 — камера; 7 — стеклоэмалевый расплав; 8 — сварной шов); б — замкового соединения (1, 3 — соединяемые трубы; 4 — защитное покрытие; 2 — сварной шов); в — промежуточных вставок (1, 9 — соединяемые трубы; 3, 10 — защитное покрытие; 4, 7 — трубные вставки из коррозионно-стойкого металла; 5, 8 — сварные швы)

исключена возможность исправления допущенных в шве дефектов.

В ИЭС им. Е. О. Патона проведены работы по созданию технологии соединения стальных труб, имеющих внутренние защитные покрытия, дуговой сваркой, обеспечивающей требуемую коррозионную стойкость сварных стыков. Технология включает предварительную механическую обработку концов труб под сварку и плазменную наплавку лакирующего слоя из легированной коррозионно-стойкой стали на внутреннюю поверхность (рис. 2). Подготовленные трубы в дальнейшем подвергаются традиционной технологической операции нанесения коррозионно-стойкого защитного покрытия на внутреннюю поверхность. Защитное покрытие предохраняет зону сплавления лакирующего слоя с основным металлом трубы от воздействия транспортируемого продукта.

Сварка труб с биметаллическими торцами включает: выполнение корневого шва сварочными материалами, обеспечивающими его высокую коррозионную стойкость, и последующее заполнение разделки стыка металлом специальных экономно легированных электродов.

При подборе химического состава металла плакирующего слоя учитывали необходимость обеспечения его высокой стойкости против общей и межкристаллитной коррозии в конкретной среде (в данном случае — пластовые воды) и согласования коэффициентов температурного расширения высоколегированного (плакирующий слой) и низкоуглеродистого (труба) металлов во избежании растрескивания эмали по границе сплавления разнородных материалов. Были выбраны хромоникелевые сплавы с низким содержанием углерода (0,02–0,03%), имеющие двухфазную аустенитно-ферритную структуру с содержанием дельта-феррита до 48%. Хромоникелевые сплавы склонны к образованию горячих (кристаллизационных) трещин в металле шва, поэтому исследования выполняли на специальных образцах по

известной методике. Результаты испытаний показаны на рис. 3. По показателям технологической прочности наилучшим является металл шва, сваренный самозащитной порошковой проволокой АНВ–15 (Х25Н15). Металл швов, выполненных электродами АНВ–36 на стали 02Х22Н5М3, имеет несколько меньшую критическую скорость деформации металла до появления трещин. Однако, как показали предварительные исследования, коррозионная стойкость металла шва, полученная при сварке указанной порошковой проволокой, не удовлетворяет поставленным требованиям. Поэтому наиболее благоприятным сочетанием химических составов плакирующего слоя и сварочных материалов для получения антикоррозионных сварных соединений, не склонных к образованию кристаллизационных трещин, является шестой вариант.

Изучали характер распределения температур и скоростей нагрева в зоне сварки с целью установить возможность предупреждения их разрушительного воздействия на коррозионно-стойкое покрытие и определить оптимальные геометрические параметры плакирующего слоя. При сварке труб с внутренним эмалевым покрытием опасность растрескивания защитного слоя возникает в местах, расположенных на расстоянии 7–9 мм от свариваемых кромок, в основном при выполнении второго прохода. Отметим, что возможность растрескивания эмали связана не с температурой разогрева металла трубы, а со скоростью его нагрева, которая не должна превышать 30 °С/с.

Было установлено, что из-за меньшей теплопроводности высоколегированного металла максимальные температуры на внутренней поверхности труб из стали 20 диаметром 114×7 мм значительно ниже, чем при сварке неплакированных труб. Это позволяет приблизить границу эмалевого покрытия к свариваемым кромкам труб без нарушения его сплошности при тепловом воздействии сварочной дуги.

Уменьшение тепловложения при сварке электродами диаметром 2 мм дает возможность снизить температуру разогрева высоколегированного металла (выбранного химического состава) до 300 °С на расстоянии, превышающем 6 мм от свариваемой кромки (рис. 4). Это приведет к уменьшению деформаций плакирующего слоя и снижению вероятности растрескивания эмали при формировании коррозионно-стойких сварных соединений в монтажных условиях.

Рис. 2. Схема разделки биметаллических кромок под сварку и макрошлиф комбинированного сварного соединения

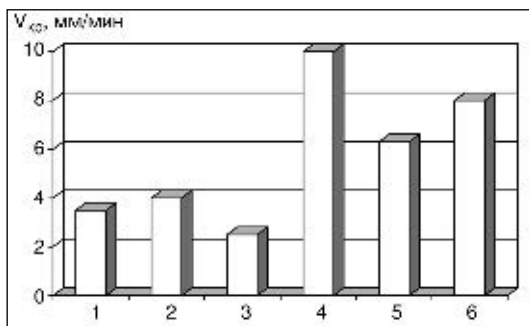
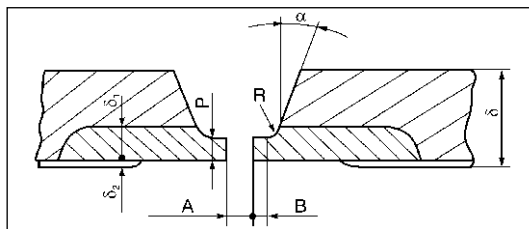


Рис. 3. Стойкость сварных соединений против образования кристаллизационных трещин (по критерию критической скорости деформации): 1 — электроды АНВ–45 + сталь Х18Н10; 2 — электроды АНВ–35 + сталь Х18Н10; 3 — электроды АНВ–36 + сталь 02Х20Н15М3; 4 — порошковая проволока АНВ–15 (Х25Н15) + сталь 02Х20Н15М3; 5 — электроды ОЗЛ–6 + сталь 02Х22Н5М3; 6 — электроды АНВ–36 + сталь 02Х22Н5М3

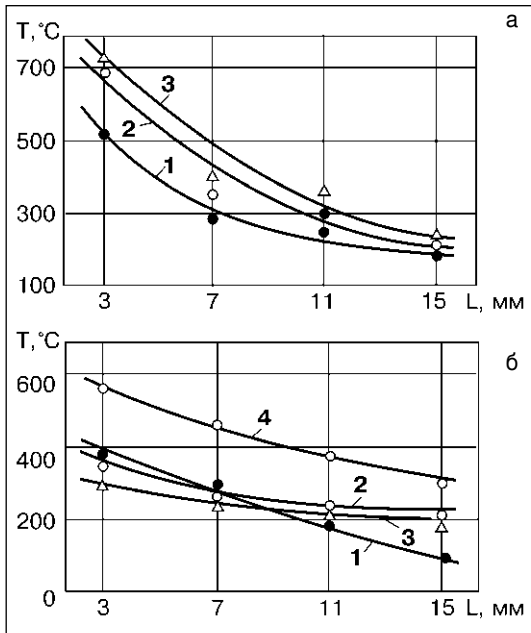


Рис. 4. Распределение максимальных температур в плакирующем металле при многослойной сварке покрытыми электродами: а — диаметром 3 мм; б — диаметром 2 мм (облицовочный шов 4 — диаметром 3 мм); 1–4 — номера проходов

Кроме того, скорость нагрева плакирующего металла, покрытого эмалью на расстоянии до 9 мм от кромки, не превышает допустимого значения ($30\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$) при сварке электродами не только диаметром 2, но и 3 мм (рис. 5), что расширяет технологические возможности ручной дуговой сварки.

Такой подход правомерен при выборе любого типа защитного покрытия с учетом его физических свойств (например, температуры плавления). Ширину плакирующего слоя и положение границы защитного покрытия определяют из условия перекрытия зоны контакта разнородных металлов, а также устанавливают воздействие неблагоприятных температур и скоростей нагрева, аналогично тому, как это выполнено при нанесении эмалевого покрытия (рис. 4). Можно априори утверждать, что при нанесении металлических защитных покрытий (алюминий, цирконий) на внутреннюю поверхность предварительно плакированных труб граница коррозионно-стойкого слоя будет располагаться практически у свариваемых кромок, на расстоянии 1–3 мм. Применение же полимерных покрытий с температурой плавления $150\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$ требует значительного смещения защитного слоя от кромки (более 15 мм) и увеличения ширины плакирующего слоя из высоколегированного металла.

Предложенная технология изготовления и последующей сварки труб с комбинированным защитным покрытием имеет ряд преимуществ перед существующими:

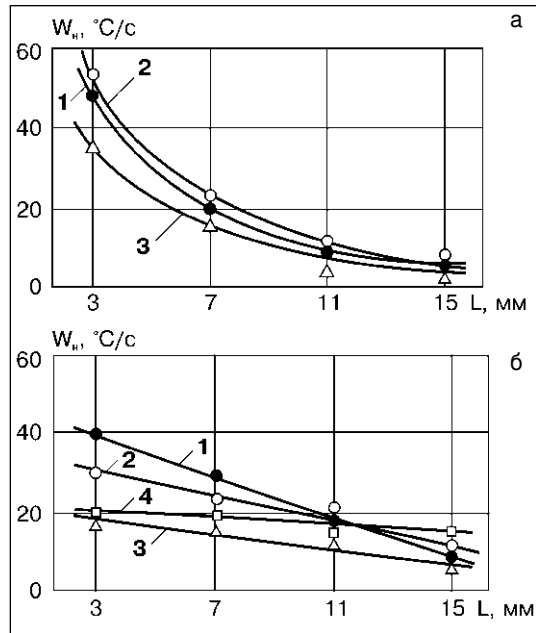


Рис. 5. Изменение скоростей нагрева W_n плакирующего металла при многослойной сварке покрытыми электродами: а — диаметром 3 мм; б — диаметром 2 мм (облицовочный шов 4 — диаметром 3 мм); 1–4 — номера проходов

- Предварительная механическая обработка концов труб позволяет калибровать их по внутреннему диаметру, а плазменно-порошковая наплавка дает стабильную толщину плакирующего слоя по всему периметру.
- Технология плазменно-порошковой наплавки дает возможность получить коррозионно-стойкий слой любого заданного химического состава.
- Выбранная конструкция соединения биметаллических торцов труб позволяет выполнять точную стыковку кромок из высоколегированного металла. При необходимости возможна локальная деформация в местах несовмещения кромок.
- Технология наплавки плакирующего слоя из металла с согласованным коэффициентом температурного расширения не усложняет традиционный процесс нанесения защитного покрытия на внутреннюю поверхность труб из малоуглеродистых и низколегированных сталей.
- Использование промежуточного плакирующего слоя из высоколегированного металла с целью получения коррозионно-стойких сварных соединений приемлема для труб с различными внутренними покрытиями.
- Возможно исправление дефектов в сварных соединениях труб с комбинированным защитным покрытием без нарушения их коррозионной стойкости.

● #311

Восстановление работоспособности станины прессы

Л. М. Лобанов, академик, В. И. Дворецкий, Л. И. Миходуй, П. П. Михеев, доктора техн. наук, В. Д. Позняков, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, Ю. В. Демченко, канд. техн. наук, Н. И. Дуда, инж., НТК ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Пресс модели «УЗТМ-100000», изготовленный ПО «Уралмаш» для штамповки заготовок железнодорожных колес, эксплуатируют в колесопрокатном цехе Нижнеднепровского трубопрокатного завода с 1973 г. Он представляет собой замкнутую силовую систему, в которой рабочее усилие сжатия 10 кт от главного цилиндра передается на изделие через штамп, стол, подштамповую плиту и станину, а растягивающие усилия воспринимают колонны.

Наиболее нагруженные элементы прессы — цельнолитая станина сложной пространственной конфигурации размером 2100×4800×4800 мм, массой 108 т, изготовленная из стали 35Л (рис. 1).

В соответствии с технической характеристикой пресс рассчитан на выпуск 6,5 млн заготовок колес. Максимальная производительность прессы при наибольшей его загрузке составляла 300–360 тыс. заготовок в год. Следовательно, в течение 20 лет эксплуатации планируемый ресурс работы прессы был исчерпан.

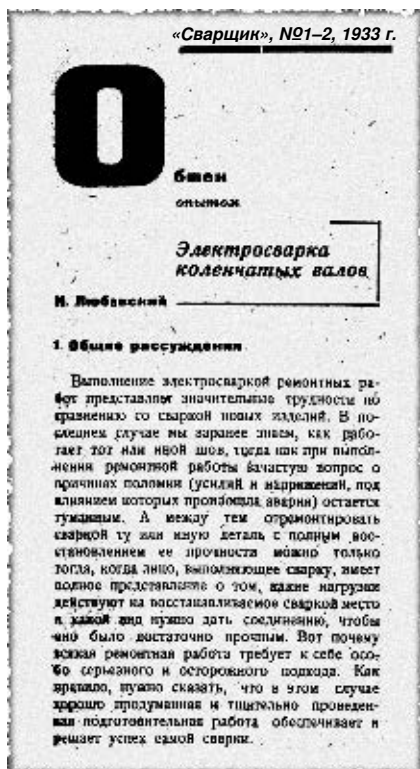
В 1995 г. при очередном плановом осмотре элементов конструкции прессы в центральной части станины была обнаружена трещина, которая зародилась на кромках технологического окна ребра жесткости, имеющего толщину 160 мм (рис. 2). Поразив ребро жесткости по всей высоте, она продолжила развитие в нижнем примыкающем к ребру жесткости поясе, толщина которого равна 200 мм. К началу ремонта эта трещина имела протяженность до 1,2 м и начала разветвляться.

При осмотре в ноябре 2000 г. станины прессы специалистами НТК ИЭС им. Е. О. Патона было выявлено семь трещин суммарной протяженностью 5,5 м (см. рис. 2). Особенности зарождения и развития трещин (см. рис. 1) позволили предположить, что одной из причин их образования может быть неравномерное распределение нагрузок в станине. Эксплуатация прессы при таком количестве и такой протяженности трещин становилась небезопасной. Было принято решение о проведении восстановительных работ.

До разработки рабочей технологии ремонта был выполнен химический анализ и проведены металлографические исследования литого металла, а также оценено распределение полей напряжений в станине при воздействии на нее рабочей нагрузки.

Состояние литья после длительной эксплуатации оценивали по результатам исследования проб металла, которые были взяты из подверженных разрушению участков станины. Одну часть проб использовали для определения химического состава, а другую — для приготовления шлифов и металлографических исследований. Химический состав металла анализировали на установке «Спектровак-1000». Подтвердилось, что металл, из которого была изготовлена станина, соответствует стали 35Л и содержит: С — 0,28–0,36%; Si — 0,29–0,36%; Mn — 0,76–0,78%; S — 0,011%; P — 0,026%.

Структуру и неметаллические включения исследовали на микроскопе «Неофот-32», а микротвердость определяли на твердомере фирмы «Лесо» при нагрузке 50 г. Анализ шлифов в полированном состоянии позволил выявить характерные для литого металла неметаллические включения сульфидов марганца, двойные железомарганцевые сульфиды, сульфостекла сложного состава, двуокиси кремния и окислы железа. Загрязненность металла сульфидами оценивали 2–4-м баллами, а оксидами — 3–4-м по ГОСТ 1778. В металле



были обнаружены дефекты в виде многочисленных пустот в районе расположения мелкодисперсных сульфидов и оксидов.

Дальнейшее изучение микроструктуры литого металла осуществляли после травления микрошлифов в 4%-м спиртовом растворе азотной кислоты. Микроструктура металла была неоднородна, состояла из феррита и перлита с твердостью $HB_{0,05}$ соответственно 1070–1270 МПа и 1750–1920 МПа. Размер зерен соответствовал 1–2-м баллам по ГОСТ 5639. В металле обнаружили микротрещины, расположенные вблизи скоплений неметаллических включений.

Анализ показал, что образование и развитие трещин в станине пресса происходило в результате многолетнего накопления отдельных повреждений, слияние которых привело к усталостному разрушению металла. Этому способствовало комплексное воздействие на металл таких факторов, как наличие литой крупнозернистой структуры, а также скоплений неметаллических включений и пустот, характерных для литого металла больших толщин.

Напряженное состояние подверженных разрушению узлов станины оценивали при измерении динамических добавок деформаций, которые замерялись при работе пресса в обычном режиме эксплуатации. Распределение полей напряжений рассчитывали методом конечных элементов с помощью программного комплекса SCAD. Полученные результаты свидетельствовали, что при рабочей нагрузке напряжения в станине распределяются неравномерно. Наибольшие напряжения растяжения ($\sigma_1 \geq 55 \dots 108$ МПа) формируются в подверженных разрушению узлах. Расчеты показали, что возникновение и развитие трещин в одном из элементов неизбежно приводит к перераспределению напряжений и создает предпосылки для образования новых трещин.

Замеры деформаций и напряжений также подтвердили предположение, что в процессе эксплуатации станина нагружена неравномерно. Возможными причинами неравномерного нагружения станины могут быть непараллельность подштамповой плиты, неровность поверхности контакта подштамповой плиты и станины, ослабление затяжки гайки, скрепляющей колонну со станиной.

Таким образом, проведенные исследования выявили ряд особенностей, которые следовало учитывать при разработке технологических процессов ремонтной сварки,

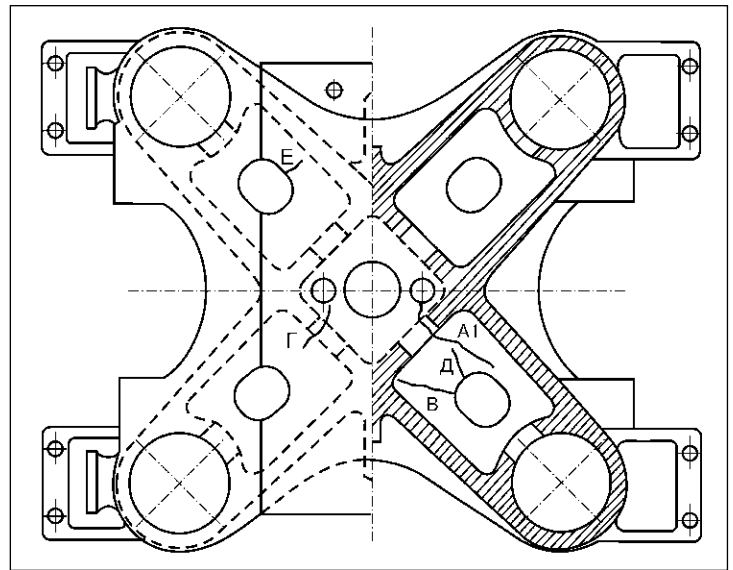


Рис. 1. Схематическое изображение станины пресса с трещинами

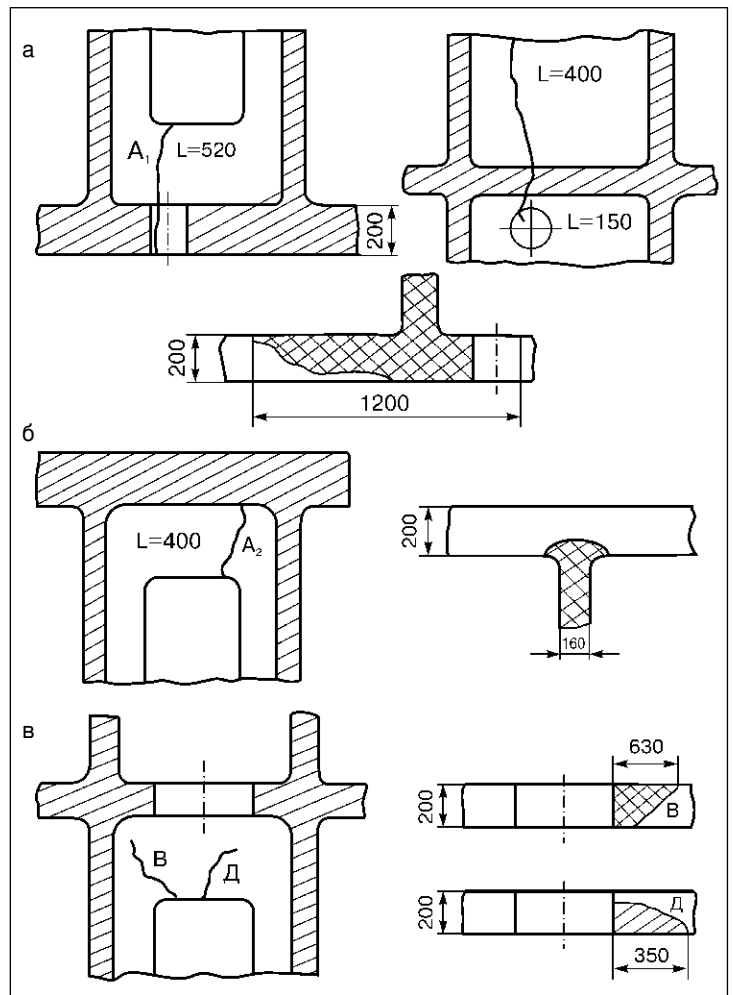


Рис. 2. Схематическое изображение наиболее характерных трещин, образовавшихся в станине: а — трещина A_1 , зародившаяся на нижней кромке вертикального ребра жесткости; б — трещина A_2 , зародившаяся на верхней кромке вертикального ребра жесткости; в — трещины В и Д, образовавшиеся в верхнем поясе станины

направленных на восстановление целостности станины пресса:

- повышенное содержание углерода в металле;
- химическую и структурную неоднородность литого металла;
- наличие участков с микро- и макротрещинами;
- формирование в результате действия рабочей нагрузки высокого уровня растягивающих напряжений в восстанавливаемых элементах станины.

Повышенное содержание углерода в стали уже само по себе предопределяет трудности при сварке: низкую стойкость металла шва против образования кристаллизационных трещин, возможность образования закалочных структур в металле ЗТВ и, как следствие, возникновение холодных трещин. В связи с этим сварку среднеуглеродистых сталей следует выполнять с предварительным подогревом до температуры 200–350 °С. Однако, учитывая, что толщина металла достигает 200 мм и более, а также условия выполнения работ, это реализовать не представлялось возможным.

Исследования показали, что исключить образование кристаллизационных и холодных трещин в ремонтных сварных соединениях возможно и при более низком подогреве. Для этого необходимо ограничивать содержание углерода в металле шва и снижать уровень остаточных растягивающих напряжений в сварных соединениях.

Проанализировав возможные пути насыщения металла швов углеродом, было решено, что для удаления трещин и разделки кромок следует использовать специализированные электроды, а в качестве сварочных материалов — электроды, обеспечивающие наплавленный металл с пластичностью $\delta_5 \geq 30\%$ и содержанием в нем углерода не более 0,07%. Режимы сварки должны обеспечивать минимальное проплавление основного металла и максимальное значение коэффициента формы шва.

Учитывая конструктивные особенности станины, следовало найти альтернативные термической обработке пути снижения сварочных напряжений. Это потребовало проведения специальных исследований, которые базировались на моделировании процессов ремонтной сварки толстолистовых конструкций. Характерная черта ремонтных соединений — их высокая жесткость. Поэтому были исследованы особенности протекания термомодеформационных процес-

сов в жестко закрепленных соединениях в зависимости от условий сварки, а также изучено влияние различных видов после-сварочной обработки на возможность регулирования напряженного состояния в сварных соединениях. Эти исследования позволили установить, что при традиционной сварке в жестко закрепленных соединениях формируются продольные и поперечные растягивающие напряжения, уровень которых достигает 0,8–0,9 σ_T основного металла. Снижения напряжений на 30–40% можно достичь за счет проковки металла шва специализированным ударным инструментом. Весьма эффективным оказалось регулирование сварочных напряжений посредством выбора определенной последовательности наложения швов при заполнении разделки, что также ведет к снижению напряженного состояния соединения. Сочетание этих двух подходов дает возможность снизить общий уровень остаточных сварочных напряжений растяжения в восстанавливаемых элементах до уровня, который не превышает 0,3–0,4 σ_T . Дополнительная ультразвуковая обработка облицовочного слоя шва и прилегающих к нему участков сварного соединения позволяет обеспечить в них формирование остаточных напряжений на уровне 0,2–0,25 σ_T основного металла.

По результатам исследований были разработаны технические решения по восстановлению и усилению станины, а также общие подходы к технологии ремонтной сварки. При этом были учтены сложный характер трассы трещин, повышенное содержание углерода, а также химическая и структурная неоднородность литого металла, наличие участков с микро- и макротрещинами, неблагоприятно формирующиеся поля напряжений, вызванные процессом сварки и условиями нагружения.

Восстановительные работы провели в марте–апреле 2001 г. в рамках общих работ по капитальному ремонту колесопрокатного цеха. Ремонт станины длился 24 дня при трехсменном рабочем режиме. Для его выполнения были привлечены высококвалифицированные рабочие: сварщики, газорезчики, слесари-монтажники. Технологический процесс ремонта включал следующие операции:

- определение методами неразрушающего контроля протяженности трещин и предполагаемых мест их остановки;

(Окончание на стр. 16)

Восстановление барабана котла E250/100ГМ наплавкой и термической обработкой

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

В 2001 г. на Уфимской ТЭЦ-2 ремонтные подразделения АО «Башкирэнерго» и ООО «Унитех» выполнили ремонт барабана парового котла E250/100Гм. Барабан изготовлен в 1949 г. из стали 15М с толщиной стенки 97 мм и внутренним диаметром 1300 мм. Параметры эксплуатации: давление 11,0 МПа, температура 317 °С. Нарботка на 01.01.2001 г. составила 330 000 ч, число пусков — 213. При обследовании состояния металла барабана к 2001 г. выявлено наличие трещин в районе водоотпускных, пароотводящих труб и днища барабана. Трещины были удалены механическим путем зачистными машинками. Длина выборок составляла 5–40 мм, ширина — 7–45 мм, глубина — 4–30 мм, количество выборок — 2.

Было принято решение произвести ремонтную заварку всех выборок ручной дуговой наплавкой электродами марки УОНИИ-13/45 диаметром 3 и 5 мм с предварительным и сопутствующим подогревами и объемной последующей термической обработкой по режиму высокого отпуска. Параллельно произвести замену пароотводящих штуцеров. Технология ремонта полностью соответствует требованиям нормативно-технической документации по безопасной эксплуатации и ремонту паровых и водогрейных котлов.

С учетом опыта ремонта барабанов паровых котлов БКЗ-320-140ГМ и анализа состояния выборок в теле барабана определили девять оптимальных ремонтных кольцевых зон (рис. 1). При проведении термообработки каждая зона на 250 мм в обе стороны перекрывала соседние зоны для того, чтобы не допустить недоотпуска граничных участков кольцевых зон.

Наплавку одной кольцевой зоны выполняли без перерыва в работе с предварительным подогревом до 120–160 °С. В процессе наплавки температуру снижали до 80 °С. Широкие выборки наплавляли попеременно продольными и поперечными валиками. Высокий отпуск каждой кольцевой зоны проводили по следующему режиму:

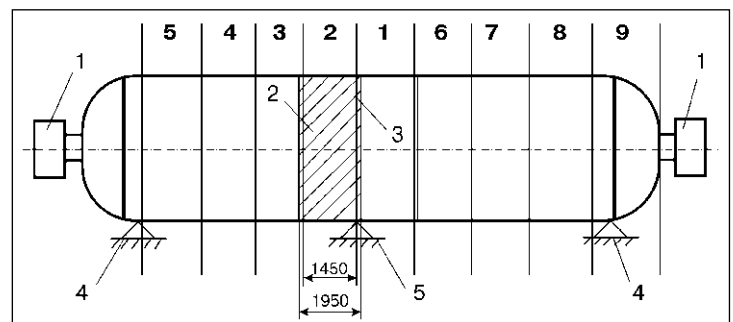
нагрев до 120–150 °С без регламентированной скорости нагрева, подъем температуры со 120–150 °С до 600–630 °С со скоростью 40–50 °С/ч, выдержка при температуре 600–630 °С в течение 5 ч; охлаждение со скоростью 20–30 °С/ч до температуры 150 °С; охлаждение со 150 °С до 40–50 °С на воздухе.

Подогрев и отпуск барабана осуществляли индукционным способом на частотах 1,6–2,8 кГц с помощью специализированной установки для индукционной термической обработки крупногабаритных изделий сложной формы, изготовленной в НПП «Унитех», со статическим преобразователем ППЧ-250. В качестве индуктора применяли водоохлаждаемый гибкий индукционный кабель ВГИК 1000/2,4, обеспечивающий равномерное распределение температуры, возможность доступа для наплавки выборок вокруг отверстий, механическую доводку отверстий для монтажа штуцеров и их приварку.

При наплавке выборок днища термическую обработку выполняли по кольцу прилегающей цилиндрической части барабана вместе с днищем. При этом водоохлаждаемый гибкий индукционный кабель спирально накладывали на поверхность днища кольцевыми витками с интервалом 120–150 мм, начиная от края лаза и заканчивая цилиндрической частью барабана (рис. 2).

Для теплоизоляции барабана использовали базальтовые теплоизоляционные маты. Перед проведением высокого отпуска отдельной кольцевой зоны устанавливали тепловые завесы (перегородки) внутри барабана. Температуру нагрева контролиро-

Рис. 1. Схема размещения оптимальных зон (1–9) на барабане: 1 — вентиляторы; 2 — оптимальная зона термообработки; 3 — участок перекрытия зон нагрева соседних участков; 4 — постоянная опора барабана; 5 — временная опора барабана



вали термопарами типа ТХА на внутренней и наружной поверхностях барабана.

Наплавку одной кольцевой зоны выполняли в течение 8–12 ч непрерывно при сопутствующем подогреве с последующим высоким отпуском в течение 32 ч. Общее время ремонта составило 45 рабочих дней.

Для подогрева под приварку отдельных штуцеров применяли гибкие оплетенные электронагреватели НГО–3,2, подключенные к сварочному источнику питания.

При проведении работ осуществляли систематический контроль: визуально, МПЛ и УЗД, замером твердости наплавленного металла и зоны термического влияния. Проведенный в полном объеме контроль и заключительные испытания подтвердили результаты аналитического анализа и показали высокое качество наплавки, сварки и термической обработки. В настоящее время барабан находится в эксплуатации.

На сегодняшний день парк барабанов накопил предельную поврежденность. В ближайшее время их замена не предвидится. Поэтому необходимо совершенствование нормативной, методической, технологической базы для поддержания ресурса барабанов.

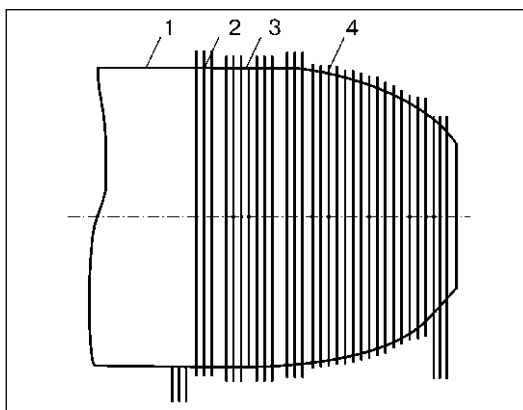


Рис. 2. Схема размещения водоохлаждаемого индуктора ВГИК 1000/2,4 на девятой зоне: 1 — цилиндрический участок барабана; 2 — индуктор; 3 — сварной шов; 4 — днище барабана

Регламентирующий порядок обследования и технология ремонта барабанов требуют переработки. Необходимо доработать процедуру обследования состояния барабанов с учетом условий эксплуатации. Особое внимание должно быть уделено технологии восстановительного ремонта барабанов, технологии предварительного и сопутствующего подогревов при сварке и термической обработке после сварки. При этом накопленный опыт по восстановлению ресурса барабанов из различных марок сталей (22К, 16ГНМ, 15М) должен быть использован в полном объеме. ● #313

Восстановление работоспособности станины пресса

(Окончание. Начало на стр. 14)

- удаление трещин и разделку кромок под сварку;
- сварку в соответствии с рекомендациями, разработанными в ИЭС им. Е. О. Патона, в процессе которой было использовано 1,5 т электродов;
- работы по снижению уровня остаточных напряжений в сварных соединениях;
- снятие заповдлицо с основным металлом усиления швов;
- ультразвуковую ударную обработку облицовочных слоев шва и прилегающих к нему участков сварного соединения.

После завершения сварки все швы были проконтролированы методами цветной ультразвуковой дефектоскопии. Трещин и других недопустимых дефектов в ремонтных сварных соединениях не было выявлено. Восстановленная станина была принята заказчиком, а 26 апреля 2001 г. пресс с восстановленной станиной был введен в эксплуатацию и сейчас работает в проектном режиме нагрузок.

При введении пресса в эксплуатацию были проведены испытания, целью кото-

рых являлось определение равномерности нагружения отремонтированной станины. Для этого на нижней поверхности верхнего и нижнего пояса станины, а также на ребрах жесткости в верхней и нижней точках технологических окон были установлены тензодатчики. Кроме того, определяли напряжения во всех четырех несущих колоннах формовочного пресса с учетом их возможного изгиба. Анализ исходных данных показал, что после ремонтных работ условия нагружения станины выровнялись.

Регулярные исследования станины в течение последних двух лет показали, что в отремонтированных участках разрушений не произошло.

Опыт, накопленный при ремонте станины пресса, подтвердил, что комплексный подход к решению технической задачи, включающий оценку состояния сварной конструкции, моделирование технологических приемов, контроль качества выполненных сварочных работ специалистами ИЭС с привлечением высокопрофессиональных специализированных организаций, позволяет в короткий срок и с высоким качеством решить проблему восстановления и продления ресурса уникальных конструкций. ● #312



ОАО ЗАВОД
УРАЛТЕХГАЗ

Баллоны с ЛПМ – лучшие баллоны для ацетилена

Ацетилен – универсальный и самый распространенный газ, используемый в процессах газопламенной обработки металлов. При сгорании с кислородом он дает пламя с наиболее высокой температурой – 3150 °С. Сосуды (баллоны) для хранения и транспортировки ацетилена должны удовлетворять требованиям взрыво- и пожаробезопасности по ГОСТ 12.1.004–91.

Ацетиленовый баллон представляет собой цельнотянутую металлическую оболочку, заполненную специальной пористой массой, пропитанной ацетоном – хорошим растворителем ацетилена.

Применение ацетиленовых баллонов при производстве газопламенных работ взамен переносных генераторов обеспечивает удобство и безопасность работ, повышает производительность труда сварщика, снижает потери ацетилена.

Растворенный ацетилен – высококачественное горючее, содержащее минимальное количество посторонних примесей, поэтому его можно использовать при сварке ответственных конструкций.

Пористая масса в ацетиленовых баллонах должна обеспечивать надежную локализацию взрывного распада ацетилена, не взаимодействовать с ацетиленом, ацетоном и металлом баллона, должна быть достаточно прочной, легкой и пористой, чтобы обеспечивать максимальное использование полезного объема баллона и быстрое выделение ацетилена из раствора.

В настоящее время применяют два пористых наполнителя для ацетиленовых баллонов: березовый активированный уголь (БАУ–Ац) и литую пористую массу (ЛПМ).

Баллоны емкостью 40 л с наполнителем БАУ–Ац выпускают по ТУ 6–21–40–85 и содержат 5 кг ацетилена, а баллоны с наполнителем ЛПМ, выпускаемые по ТУ 6–21–38–94, вмещают значительно больше ацетилена – 7,4 кг.



ЛПМ – это монолит из гидросиликатов кальция, который образуется в результате гидротермальной обработки непосредственно в баллоне с пористостью 91+/-1%.

Ранее выпускаемые заводом ацетиленовые баллоны с ЛПМ отвечали требованиям безопасности, но не соответствовали основным потребительским характеристикам: неравномерное распределение ацетона по высоте баллона отрицательно влияло на их газобираемость и газоотдачу.

В результате многолетнего плодотворного сотрудничества ВНИИавтогенмашина и завода «Уралтехгаз» в 1997 г. был разработан новый литой пористый наполнитель для ацетиленовых баллонов, не уступающий по своим техническим показателям лучшим зарубежным образцам, например, пористому наполнителю шведской фирмы «AGA».

Испытания взрывобезопасности ацетиленовых баллонов с новым ЛПМ, проведенные в лаборатории взрывобезопасности МГСУ под руководством доктора физ.-мат. наук В. А. Горева показали, что новая пористая масса надежно локализует взрывной распад ацетилена и соответствует требованиям ISO 3807.

Применение усовершенствованной технологии изготовления нового наполнителя позволяет увеличить газобираемость баллона до 7,5–8,0 кг. При эксплуатации новых ацетиленовых баллонов их взрыв отнесен к категории «редких», т. е. не превышает 10^{-5} – 10^{-6} год⁻¹, что полностью соответствует требованиям ГОСТ 12.1.004–91 (М. М. Грунина. «Оценка взрывобезопасности разрушения ацетиленового баллона с ЛПМ». – М.: 1997).

На заводе «Уралтехгаз» освоено серийное производство ацетиленовых баллонов емкостью 40 л с содержанием ацетилена 7,4 кг, а также малолитражных баллонов с новым ЛПМ емкостью 5 и 10 л, с содержанием ацетилена соответственно 0,8 и 1,8 кг. ● #314



*Печатается
на правах
рекламы.*



Обеспечение точности изготовления сварных конструкций*

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

Комплексный характер проблемы обеспечения точности сварных конструкций предопределяет необходимость решения этой задачи на всех этапах изготовления металлоконструкций с учетом минимизации трудовых, материальных и энергетических затрат.

Установлено, что для обеспечения заданного разряда точности сварной конструкции, изготавливаемой с применением дуговой сварки, точность линейных размеров ее деталей должна быть выше примерно на два разряда.

Точность изготовления деталей. Основными технологическими операциями, определяющими точность деталей, является правка, механическая и термическая резка, механическая обработка кромок, вырубка в штампах и другие операции формообразования деталей.

Правка. При изготовлении сварных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей правке подлежат:

- листовая сталь и детали из этой стали, имеющие кривизну более 1,5 мм/м, местные погнутости кромок, заломленные кромки;
- широкополосная (универсальная) сталь и детали из нее, имеющие кривизну по плоскости более 1,5 мм/м и саблевидность более 1/100 длины или более 5 мм;
- угловая сталь, двутавровые балки, швеллеры, круглая и квадратная сталь при кривизне более 1/100 длины или более 5 мм.

Обычно сталь правят в холодном состоянии на листопрямильных и сортопрямильных машинах и прессах. При значительной кривизне металлопроката правку осуществляют после подогрева до 900–1100 °С.

На листопрямильных машинах можно править саблевидность, хлопуны. При правке саблевидности, перед тем как пропустить полосы через вальцы, на вогнутой стороне укладывают прокладки толщиной 1,5–2 мм, шириной 100–150 мм и длиной 600–700 мм. При правке хлопунов такие прокладки укладывают по обеим кромкам на поверхности листов.

Мелкие листовые детали правят на малых листопрямильных машинах. При правке на больших листопрямильных машинах применяют подкладной лист толщиной 20–25 мм. Детали одной толщины раскладывают на листе и пропускают через вальцы.

При изготовлении конструкций нормальной и повышенной точности требования к правке листов и деталей следующие:

- кривизна листовой и универсальной стали толщиной 4–8 мм после правки может быть вдоль проката не более 2 мм/м, при толщине 9–20 мм — 1,5 мм/м, свыше 20 мм — 1 мм/м;
- кривизна двутавровых балок, швеллеров, угловой стали после правки не должна превышать 1/100 длины, но быть не более 5 мм, саблевидность универсальной стали после правки балок должна составлять не более 1/100 длины, но должна быть не более 10 мм, для стенок балок — не более 1/100 длины, но не более 5 мм.

При выборе правильного оборудования максимальную толщину листа из условий отсутствия смятия поверхности листа или валков машины контактными напряжениями определяют по формуле

$$\delta_{\max} = 3,4\sigma_T^k \sqrt{tR_B / \sigma_T E},$$

где δ_{\max} — максимальная толщина выправляемого листа, мм; σ_T^k — наименьший предел текучести листа или валков машины, МПа; σ_T — расчетный предел текучести для выправляемого листа, МПа; t — шаг валков; R_B — радиус валков, мм; E — модуль упругости стали, МПа.

Минимальная толщина листа δ_{\min} , который может быть выправлен на заданной листопрямильной машине, по условию развития необходимых пластических деформаций

$$\delta_{\min} = t^2 / R_B [0,01 + (\sigma_T + E_1(0,01 - \sigma_T / E)) : (E - E_1)],$$

где E_1 — модуль упрочнения, МПа (зависит от свойств стали).

Для холодной правки листового металла толщиной более 5–6 мм обычно применяют 7–11-валковые машины.

Зависимость шага валков от толщины листа приведена в *табл. 1*, а зависимость

*Продолжение.
Начало см.
Сварщик. —
2003. — № 1. —
С. 16–18.

Таблица 1. Зависимость шага валков от толщины листов

Толщина листа, мм	Шаг валков, мм
0,4–1,5	50
0,6–2,5	65
1–4	85
2–8	125
4–16	200
5–20	220
8–30	300
12–50	400

Таблица 2. Зависимость скорости правки от размеров листов

Размеры листа*, мм	Скорость правки, м/с
$\frac{2-10}{500-1500}$	0,15–0,2
$\frac{10-20}{1500-2500}$	0,1–0,15
$\frac{20-50}{2000-4000}$	0,06–0,1

* В числителе толщина листа, в знаменателе — ширина.

скорости правки от размера листов — в табл. 2.

Характеристика некоторых моделей листоправильных машин, применяемых в нашей стране, приведена в табл. 3.

Правку сортового проката выполняют на сортоправильных машинах с 5–11 роликами, обычно число нижних роликов нечетное, а верхних — четное. Чем меньше сечение выправляемого профиля, тем меньше диаметр роликов и шаг между ними. Чем больше роликов и чем меньше шаг между ними, тем выше точность правки.

Скорость правки зависит от сечения профиля и прочностных свойств металла. Так, для среднесортных и крупносортных профилей она ниже, чем для мелкосортных, для высокопрочных легированных и высоколегированных сталей она также невысока, что дает возможность избежать разрушений. Средняя скорость правки сортовых и фасонных профилей приведены ниже.

Высокая производительность правильных многовалковых машин и соответствующее качество правки при благоприятной экологической обстановке и низких энергетических затратах (600–1300 кДж/м² выправляемой поверхности) значительно сужают область альтернативных технических решений по использованию других высокоэффективных способов правки.

Таблица 3. Техническая характеристика листоправильных машин

Параметр	391П72	49П	URRK-25/3200	UBRK-40/3200	МЛЧ 1725
Размеры листа, мм:					
толщина	16	32	25	40	25
ширина	2500	2500	3200	3200	1700
Предел прочности стали при растяжении, МПа					
	700	600	500	500	500
Наименьшая толщина листа, мм					
	6	—	6	6	6
Количество валков, шт.					
	9	7	7	7	9
Скорость правки, м/мин					
	8	8	12	9	9,3
Диаметр рабочих валков, мм					
	230	320	270	340	—
Мощность электродвигателя, кВт:					
главного привода	2×75	2×110	63	100	22
нажимного устройства регулировки крайних валков	11	30	10	19	—
Габаритные размеры, мм:					
длина	10357	10670	9500	10800	3200
ширина	3225	4340	2750	3200	2100
высота над полом	3670	4420	2905	3520	1750
Масса, кг					
	86800	142000	67140	130180	1500

Форма и размер сечения

Скорость правки, м/с

Квадрат (круг), мм

До 50	1,4–2
50–90	1,2–1,6
100–125	1–1,4
135–160	0,6–1

Двутавр, мм

До 10	1,4–2
12–18	1,2–1,6
18–36	1–1,4
40–55	0,6–1
60	0,4–0,8

Рельсы, кг/м

9–18	1,2–1,6
20–38	1–1,4
44–55	0,6–1
60	0,4–0,8

К числу недостатков рассмотренной технологии правки следует отнести большие капитальные затраты на приобретение и монтаж листо- и сортоправильного оборудования. Поэтому его загрузка должна составлять не менее 30–50%. В ряде случаев при обработке фасонных профилей и тонких листов используют правку в холодном состоянии растяжением. Листы и детали толщиной более 40–50 мм обычно правят под прессом либо термическими методами.

● #315

Продолжение в следующих номерах.

Оборудование для кислородной резки углеродистых сталей

М. М. Лилько, АО «Эффект» (Одесса)

Применяемые в промышленности материалы можно разделить по способу резки на несколько групп: углеродистые стали, нержавеющие стали, цветные металлы и их сплавы, чугуны. По толщине материалы делят на листы ($\delta=2...160$ мм) и крупногабаритные заготовки ($\delta=160$ мм). Для их резки применяют кислородную и плазменную резку.

При кислородной резке процесс протекает за счет горения железа, предварительно нагретого до температуры воспламенения примерно 1150°C в струе чистого кислорода. Выделяющейся при этом теплоты вполне хватает для устойчивого протекания процесса. При плазменной резке процесс протекает за счет локального проплавления и испарения металла вдоль линии реза. Вся необходимая для процесса резки теплота вводится с электрической дугой.

По данным ВНИИавтогенмаша (Москва), экономическая эффективность одноре-

зковой механизированной кислородной и плазменной резки черных металлов уравнивается при толщине разрезаемого листа 25–30 мм.

При плазменной резке на 1 мм толщины разрезаемого металла тратится в среднем 0,8–1,0 кВт/ч. Это означает, что при плазменной резке металла толщиной 30 мм расход электроэнергии составит 24–30 кВт/ч. При кислородной резке металла той же толщины расходуется примерно $0,7\text{ м}^3/\text{ч}$ ацетилена, что составляет 8700 ккал/ч (эквивалентно 9,6 кВт/ч), и примерно $7\text{ м}^3/\text{ч}$ кислорода. По данным завода-изготовителя кислородных установок, Одесского НПО «Кислородмаш», расход электроэнергии на производство 1 м^3 заправленного в баллоны кислорода колеблется в зависимости от производительности установки:

- установки малой мощности ($100\text{ м}^3/\text{ч}$) — примерно 1,7–18 кВт/ч на 1 м^3 ;

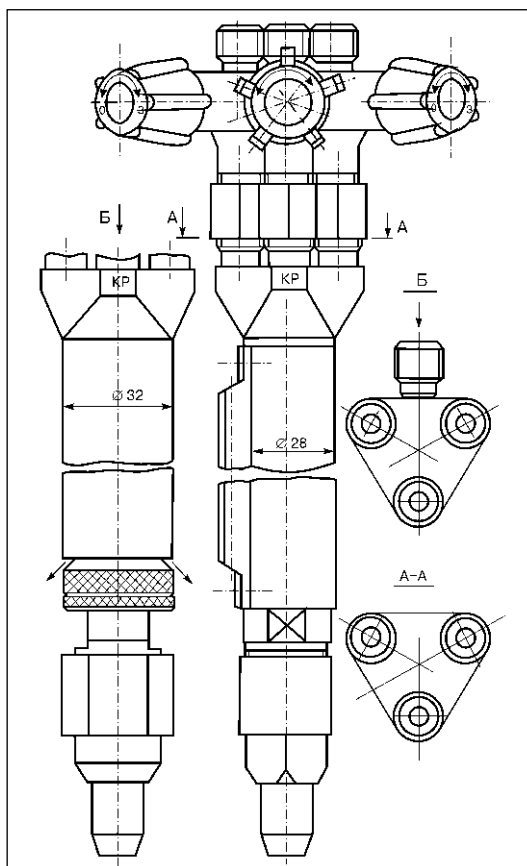


Рис. 1. Схема кислородного резака «Эффект-М» внутри-соплового смешения

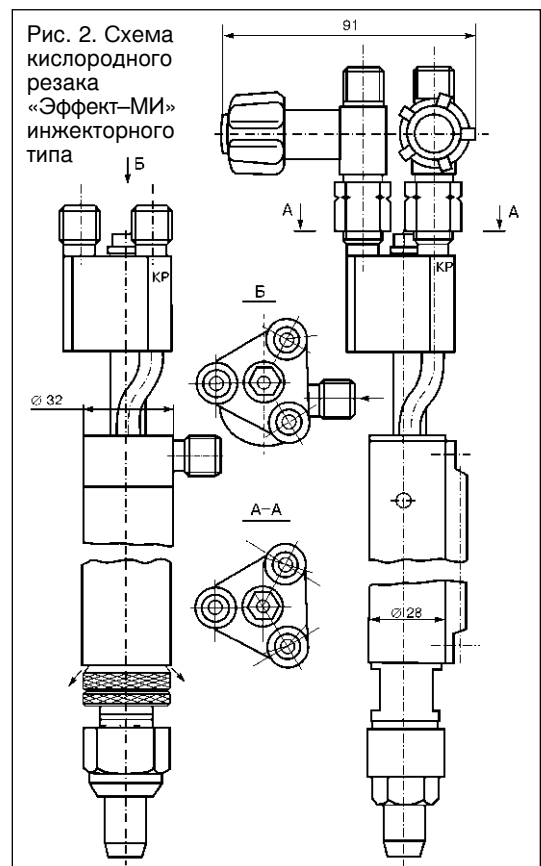


Рис. 2. Схема кислородного резака «Эффект-МИ» инжекторного типа

- установки средней мощности (500 и 1000 м³/ч) — примерно 1,2 кВт/ч на 1 м³;
- установки большой мощности (более 1000 м³/ч) — примерно 0,9–1,0 кВт/ч на 1 м³.

В среднем расход электроэнергии на производство 1 м³ кислорода составляет примерно 1,2 кВт/ч. Таким образом, общие затраты энергии при кислородной резке металла толщиной 30 мм эквивалентны 19 кВт/ч, а при плазменной — 24 кВт/ч, что вполне сравнимо.

Однорезаковая газорезающая машина для плазменной резки дороже такой же кислородной. По данным Одесского завода «Зонт», установка каждого дополнительного кислородного резака на газорезающей машине обходится примерно в 1500 дол. США, а плазменного — в 7000 дол. США. Это приводит к тому, что при использовании многорезаковых кислородных машин эффективность плазменной резки понижается примерно пропорционально количеству работающих на машине кислородных резаков. При этом не учтены расход воздуха, воды и стоимость катодов (примерно один комплект за смену стоимостью приблизительно 4 дол. США). При кислородной резке мундштук работает до тех пор, пока не уткнется в лист или выйдет из строя при пробивке листа. Средняя стойкость кислородного мундштука 200–300 ч, стоимость 3–4 дол. США.

Можно сделать вывод, что применение механизированной плазменной резки углеродистых сталей экономически оправдано:

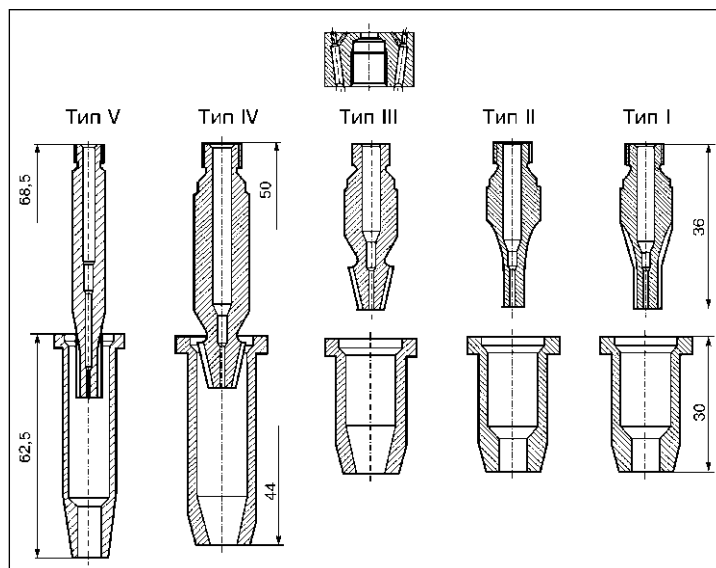
- если у потребителя отсутствует кислород либо газ;
- в случае резки листов толщиной до 10 мм;
- при вырезке больших карт раскроя из листов толщиной до 25–30 мм;
- когда нельзя установить на машине несколько кислородных резаков.

В остальных случаях предпочтительнее кислородная механизированная резка.

АО «Эффект» выпускает два типа кислородных резаков для механизированной резки металла: внутрисоплового смешения — «Эффект-М» (рис. 1) и инжекторного типа — «Эффект-МИ» (рис. 2).

Резаки «Эффект-М» внутрисоплового смешения работают при давлении горючего газа 0,04 МПа и очень устойчивы к обратным ударам ввиду малого объема смеси в резаке.

Резаки «Эффект-МИ» с верхним расположением инжектора работают при давлении горючего газа 100 Па, однако теоретически



тически менее устойчивы к обратным ударам из-за большого объема газокислородной смеси в резаке. Оба резака работают на ацетилене, природном газе и пропанбутане, обеспечивают резку металла толщиной от 2 до 300 мм. Все резаки, в том числе и ручные, имеют унифицированные мундштуки (рис. 3).

Рис. 3. Схема мундштуков

По таким техническим характеристикам, как скорость резки (500 мм/мин при толщине металла 20 мм), удельный расход энергоносителей, качество реза (КО320 по ГОСТ 14792–80) и надежность, машинные резаки «Эффект-М» и «Эффект-МИ» соответствуют современному мировому уровню.

Резаками «Эффект-М» и «Эффект-МИ» комплектуют машины «Комета», «Интертех», содержащие от 4 до 12 резаков, а также машины «Смена-2М», «Радуга», «Факел», «Кристалл» и др. Кроме того, указанные резаки пригодны для комплектования любых газорезающих машин, ранее выпускавшихся в СССР, а также импортных. Всего выпускают 24 типоразмера резаков «Эффект-М» и «Эффект-МИ» с диаметром кожуха 28 и 32 мм и длиной 210, 246, 342, 425 мм.

При отсутствии отсоса газов из-под листа продукты горения металла поднимаются вверх, что приводит к обугливанию шлангов, перегреву суппортов и элементов конструкции машины. Для уменьшения вреда от этого явления через резак подают воздух, который создает колоколообразную завесу, частично отсекающую продукты сгорания и защищающую элементы конструкции машины от перегрева.

(Окончание на стр. 27)



Гибридные процессы дуговой и плазменной сварки

Н. М. Воронай, д-р техн. наук, В. М. Илюшенко, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Одним из перспективных путей повышения эффективности и расширения технологических возможностей дуговой сварки является использование гибридных источников сварочного нагрева. За последние годы в отечественной и зарубежной технической литературе опубликованы многочисленные статьи, посвященные гибридным лазерно-дуговым процессам сварки. Такой прием позволяет повысить стабильность движения пятна дуги по поверхности изделия и увеличить коэффициент использования энергии как лазерного, так и дугового источников теплоты.

Положительные результаты получены также при испытаниях гибридной лазерно-микроплазменной сварки металлов относительно малых толщин. Здесь в частности обнаружено, что площадь проплавления алюминиевого сплава толщиной 3 мм более чем в четыре раза превосходит сумму соответствующих площадей при лазерной и микроплазменной сварке в отдельности. В меньшей степени выявлены, систематизированы и реализованы технологические преимущества гибридных процессов плазменно-дуговой сварки.

В области гибридных плазменно-дуговых технологий сварки и наплавки сформировалось по крайней мере пять самостоятельных направлений разработок:

- плазма-МИГ процесс, при котором одновременно функционируют плазменная струя между аксиальным плавя-

щимся электродом и изделием и полочилиндрическая дуга между соплом и изделием;

- плазма-ТИГ процесс с плавящимся и наклонным неплавящимся электродами, расположенными в общем плазмообразующем сопле;
- микроплазменная сварка разнополярными импульсами тока, подаваемыми раздельно на вольфрамовый электрод и сопло;
- сварка встречными (биполярными) дугой и плазмой;
- «гибра-процесс» сварки на основе комбинации плазмотрона с горелками ТИГ, МИГ или ТИГ+МИГ, дуги которых горят в общую либо раздельные сварочные ванны.

Эти процессы сварки отличаются:

- видом и взаимным расположением источников сварочного нагрева;
- конструкцией электродно-соплового узла дугоплазмотрона;
- схемами подключения источников питания и формой кривой сварочного тока;
- составом плазмообразующего и защитного газов;
- системой водоохлаждения плазмотрона и горелок.

Плазма-МИГ процесс. Приоритет разработки процесса принадлежит фирме «Филипс», в связи с чем его часто называют «Филипс-процессом». Упрощенная схема одной из разновидностей этого процесса показана на рис. 1. Источниками нагрева в данном случае являются сжатая дуга 1, горящая между плавящимся электродом 2 и изделием 3, полочилиндрическая дуга 4 между водоохлаждаемым медным соплом 5 и изделием. Для защиты расплавленного металла служит сопло 6. При плазма-МИГ процессе электрический ток протекает не только по электродной проволоке, но и через плазму, окружающую проволоку. Из-за электромагнитного взаимодействия между плазменным потоком и дугой плавящегося электрода нарушается стабильность процесса сварки. Перед выходным отверстием сопла плазмотрона дополнительно по коль-

Рис. 1. Схема плазма-МИГ сварки с медным полочилиндрическим анодом

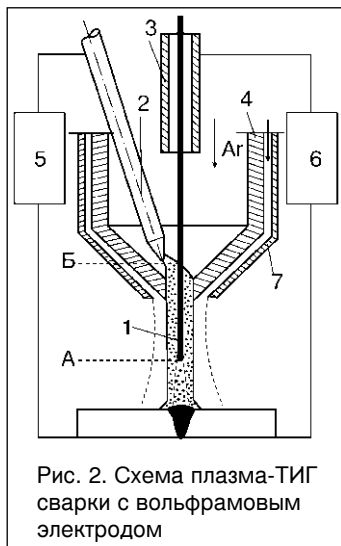
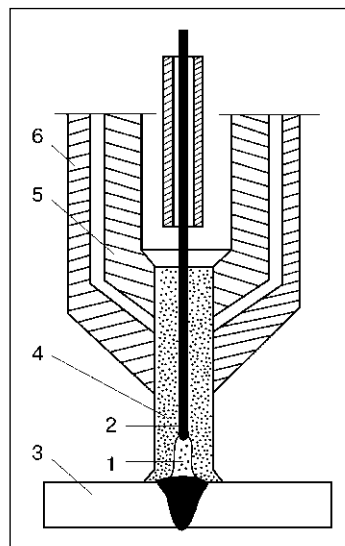


Рис. 2. Схема плазма-ТИГ сварки с вольфрамовым электродом

цевому пазу подается фокусирующий газ, уменьшающий взаимодействие между плазменными потоками разнородных источников нагрева при их близком расположении.

Предложены различные схемы питания электрическим током комбинированного процесса сварки плазма-МИГ. Наиболее распространенным является питание каждого из источников сварочного нагрева постоянным током обратной полярности от независимых источников. Для дуги с плавящимся электродом используют источник с жесткой внешней характеристикой, а для плазменной дуги — источник с падающей характеристикой. Важнейшим условием стабильного протекания «филлипс-процесса» является строгое соблюдение соосности расположения проволоки внутри плазмообразующего канала сопла. Для этой цели проволоку подвергают тщательной правке перед подачей в направляющий мундштук плазмотрона.

При сварке алюминия и алюминиевых сплавов в качестве плазмообразующего газа обычно применяют аргон, а в качестве защитного — аргон, гелий или смесь аргона с гелием. Для высокотеплопроводной меди и сплавов на ее основе как плазмообразующий газ целесообразно использовать гелий, а как защитный — аргон, гелий или азот. Углеродистые и легированные стали сваривают с защитой расплавленного металла смесями $Ar+CO_2$ или $Ar+O_2$ с различным содержанием активного газа. Все рабочие элементы дугоплазмотрона (токоподвод для электродной проволоки, кольцевой анод, рубашки плазмообразующего и защитного сопел) по замкнутому циклу охлаждаются водой.

Дальнейшее развитие работ в области плазма-МИГ процесса получило в Приазовском техническом университете (Мариуполь). Оно касается в основном плазменно-дуговой наплавки с использованием порошковой проволоки. Для этих целей усовершенствована конструкция комбинированного плазмотрона и разработана упрощенная схема питания электрическим током и управления процессом наплавки. При участии сотрудников ИЭС им. Е. О. Патона изучено влияние параметров процесса плазменно-дуговой наплавки на характер плавления и переноса электродного металла. Установлено положительное воздействие плазменной дуги на равномерность плавления сердечника и металлической оболочки порошковой проволоки,

частоту переноса капель и уровень разбрызгивания электродного металла.

В последние годы к разработке оборудования и технологии гибридной плазменно-дуговой сварки большой интерес проявила Германия. С точки зрения снижения затрат на сварочное оборудование рассматривают плазма-МИГ процесс как альтернативу электронно-лучевой и лазерной сварке. Плазменно-дуговая сварка имеет перед традиционными процессами следующие технологические преимущества:

- возможность отдельного регулирования тепловложением в основной и электродный металл;
- тщательную очистку поверхности свариваемого металла дугой и плазмой;
- отсутствие в наплавленном металле дефектов типа пор, неметаллических включений и трещин;
- высокую скорость сварки стыковых, тавровых и нахлесточных соединений.

Плазма-МИГ процесс уже нашел практическое применение при сварке ответственных конструкций из алюминиевых сплавов и легированных сталей, а также при наплавке коррозионно-стойких слоев никеля на поверхность стальных труб.

Плазма-ТИГ процесс. Плазма-ТИГ процесс, предложенный В. Эссерсом, заключается в следующем (рис. 2). Плавящийся электрод 1 подают в зону сварки через направляющую трубку 3, расположенную по оси плазмотрона. Плазменная дуга формируется между изделием и вольфрамовым электродом 2, находящимся внутри сопла 4 сбоку от оси плавящегося электрода. Как и в предыдущем случае, дуга и плазма подключены к двум отдельным источникам питания 5 и 6. В качестве плазмообразующего газа используют обычно аргон. Защитным газом, подаваемым через сопло 7, служит либо аргон (для алюминиевых сплавов), либо смесь $Ar+CO_2$, а также чистый углекислый газ (для углеродистых и низколегированных сталей). Охлаждение вольфрамового электрода, токоподводящего мундштука, плазмообразующего и защитного сопел — водяное. Плазмотрон рассчитан на силу тока для плазмы — до 300 А, для плавящегося электрода — до 400 А.

Особенностью данного процесса является то, что плавящийся электрод на участках А и Б (см. рис. 2) дополнительно подогревается при прохождении через плазму, генерируемую с неплавящегося электрода. При этом в зависимости от парамет-

ров режимов возможны три формы плавления и переноса электродного металла. На малой силе тока имеет место концентрированная дуга с частыми короткими замыканиями дугового промежутка. Такой процесс предпочтителен для высокоскоростной сварки тонкого металла. При относительно больших значениях силы тока увеличивается скорость расплавления электродной проволоки и исчезают короткие замыкания. При дальнейшем повышении силы тока наступает струйно-вращательный перенос металла, увеличивается ширина шва и уменьшается глубина проплавления основного металла. Разбрызгивание электродного металла при плазма-МИГ процессе минимально. Последний режим целесообразен для наплавочных работ.

Вольт-амперные характеристики плазма-ТИГ процесса строят обычно при неиз-

менном значении силы плазменного тока и подключении неплавящегося и плавящегося электродов к положительным полюсам источников питания (рис. 3), где $I_{п.э}$ и $U_{п.э}$ — соответственно сила тока и напряжение на плавящемся электроде; $I_{н.э}$ и $U_{н.э}$ — сила тока и напряжение на неплавящемся электроде; $U_{пл}$, $U_{пл-п.э}$ — соответственно разность потенциалов плазменного потока на участке между точкой А и изделием и между точками А и Б.

Скорость подачи электродной проволоки выбирают такой, чтобы вылет электрода был постоянным и соответствовал точке А (см. рис. 3, справа). При силе плазменного тока 155 А разность потенциалов между точкой А и изделием $U_{пл}=12$ В. Абсолютная величина $U_{пл-п.э}$ плавно повышается с увеличением силы тока, проходящего через плавящийся электрод (на рис. 3 — заштрихованная область, справа). При этом протекание тока через плавящийся электрод возможно при условии $U_{пл-п.э} > U_{пл}$. В случае равенства этих потенциалов дуга между плавящимся электродом и изделием гаснет, и возникает малоамперная дуга между проволокой и неплавящимся электродом (см. рис. 3, слева).

На рис. 4 показаны зависимости скорости расплавления стальной проволоки G_p от силы сварочного тока $I_{св}$ для плазма-ТИГ процесса (кривая 1) и традиционной дуговой сварки (кривая 2). В последнем случае при любой силе тока G_p ограничено 200 г/мин. Дальнейшее повышение силы тока приводит к интенсивному разбрызгиванию электродного металла. При плазма-МИГ процессе G_p достигает 570 г/мин при силе тока 500 А и величине вылета 65 мм (при этом разбрызгивание несущественно). Отметим, что еще в 1984 г. Д. М. Рабкин использовал процесс плазма-ТИГ сварки комбинированными плавящимся и неплавящимся электродами для выполнения стыковых швов сварных соединений из технического алюминия толщиной 8 мм. Сила тока плазменной дуги неплавящегося электрода составляла 180 А, а ток дуги плавящегося электрода — 160 А при расходе плазмообразующего и защитного газов (аргона) соответственно 11 и 16 л/мин. Обнаружено, что процесс плазма-ТИГ сварки заметно улучшает формирование швов и уменьшает пористость в начале и в конце процесса сварки.

Микроплазменная сварка разнополярными импульсами тока. В отличие от

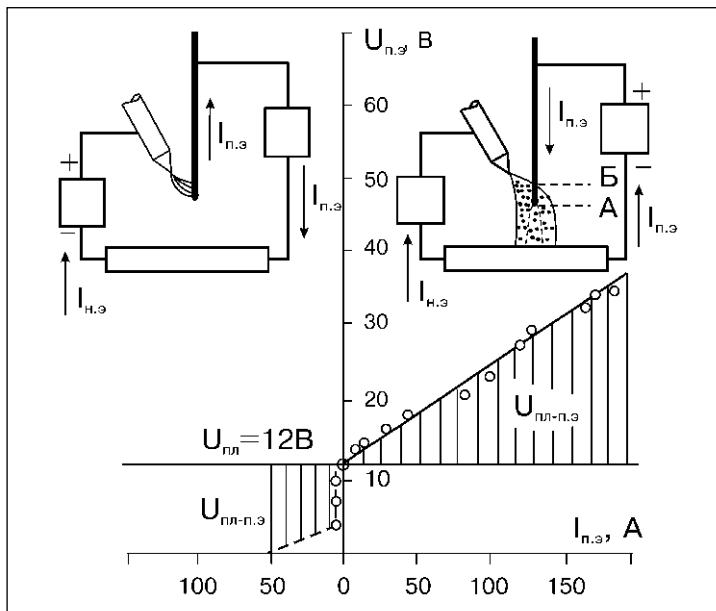
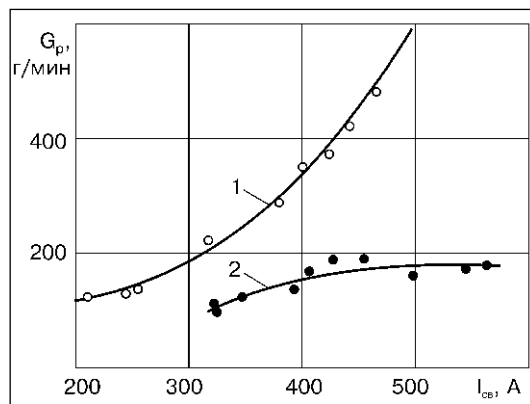


Рис. 3. Вольтамперные характеристики плазма-МИГ процесса сварки (диаметр сопла 10 мм; расстояние от сопла до изделия 15 мм, диаметр электродной проволоки 0,9 мм; плазмообразующий газ — аргон; защитный газ — 80%Ar+15% CO₂+5%O₂; Q_{3,г}=25 л/мин)

Рис. 4. Зависимости скорости плавления электродной проволоки от силы сварочного тока при плазма-МИГ сварке (1) и дуговой сварке (2)



плазма-МИГ и плазма-ТИГ процессов питание плазмы и дуги при микроплазменной сварке осуществляют не постоянным током, а чередующимися разнополярными импульсами тока, подаваемыми отдельно на вольфрамовый электрод и молибденовое сопло. При наличии на сопле плазмотрона положительного относительно изделия полупериода напряжения между соплом и изделием формируется дуга обратной полярности с нестационарным катодным пятном. В течение этого полупериода импульса тока происходит разрушение оксидной пленки на поверхности свариваемого металла. При подаче на вольфрамовый электрод отрицательных относительно изделия импульсов тока формируется импульсная плазменная дуга прямой полярности с высокой плотностью энергии, обеспечивающая расплавление основного металла с минимальной шириной швов и металла зоны термического влияния. Дополнительно между вольфрамовым электродом и молибденовым соплом в потоке плазмообразующего газа (аргона) горит малоамперная дуга постоянного тока, создающая факел плазмы. В результате обеспечивается стабильный режим горения микроплазменной дуги разнополярного тока. Данный способ оказался наиболее эффективным при сварке алюминия, магния, бериллия и сплавов на их основе толщиной 0,2–2,0 мм. Благодаря этому способу созданы уникальные сотовые металлоконструкции антенных решеток из тонкостенных алюминиевых элементов.

Различные способы подачи импульсов тока на электроды позволяют осуществить процессы дуговой сварки и наплавки комбинированными неплавящимся и плавящимся электродами. При сварке легких металлов и сплавов, требующих катодной очистки поверхности от оксидов, на неплавящийся вольфрамовый электрод подают пакеты импульсов асимметричного переменного тока. В случае сварки сталей, меди, титана и их сплавов неплавящийся электрод питают импульсами тока прямой полярности.

Разработанный процесс нашел промышленное применение при износостойкой наплавке алюминиевых поршней автомобильных и тракторных двигателей. Положительные результаты получены при импульсной двухдуговой сварке плавящимся электродом.

Процесс сварки встречными дугой и плазмой. Для изучения технологических

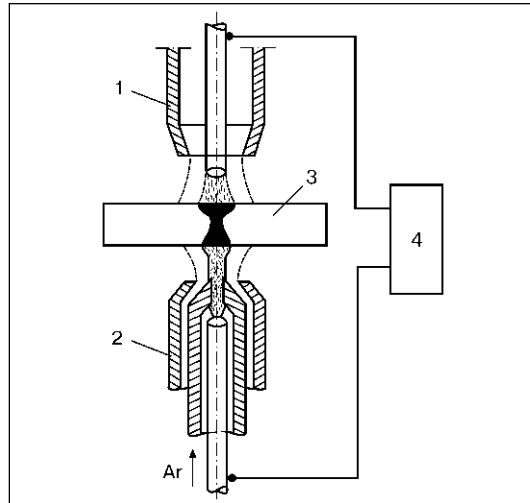


Рис. 5. Схема процесса сварки встречными дугой и плазмой

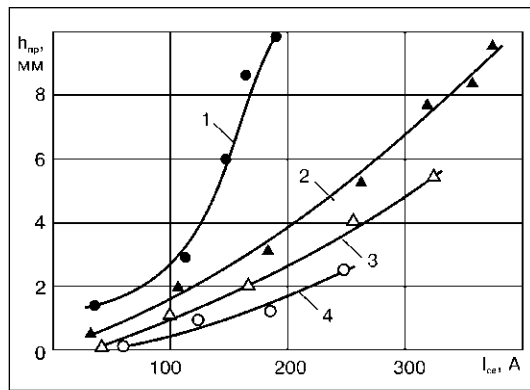


Рис. 6. Зависимости глубины проплавления сплава АМг6 толщиной 10 мм от силы сварочного тока

возможностей гибридного процесса сварки встречными дугой и плазмой использован специализированный стенд, состоящий из горелки 1, плазмотрона 2 и изделия 3 (рис. 5). Питание дуги и плазмы осуществляли от установки 4 «ПАТОН А-500 УП», предназначенной для сварки постоянным, сбалансированным переменным или асимметричным током.

При проведении опытов сварочную цепь замыкали через пластину 3, электрически изолированную от источника питания. В качестве свариваемого металла применяли пластины толщиной 5–10 мм из алюминиевого сплава АМг6, стали 09Г2С и меди М1. Сравнивали с традиционным процессом аргодуговой сварки вольфрамовым электродом. В этом случае при сварке алюминиевого сплава применяли сбалансированный переменный ток, а при сварке стали и меди – постоянный ток прямой и обратной полярности. Величину сварочного тока варьировали в диапазоне 50–350 А, скорость сварки составляла 10 м/ч.

Опыты показали (рис. 6), что для аргодуговой сварки постоянным током обратной полярности ($I_{св}=220$ А, $d_w=10$ мм) глубина проплавления $h_{пр}$ не превышает

3 мм (кривая 4). На токе прямой полярности при $I_{св}=350$ А $d_w=5$ мм, $h_{пр}=8$ мм (кривая 2). Промежуточные значения проплавления получены при сварке сбалансированным переменным током (кривая 3). Совершенно иной характер кривой $h_{пр}=f(I_{св})$ наблюдается при сварке встречно-расположенными дугой и плазмой (кривая 1). Уже при силе тока более 140 А происходит резкое увеличение глубины проплавления, вплоть до полного провара. В сопоставимых условиях гибридный процесс сварки по сравнению с традиционным методом обеспечивает на алюминии увеличение глубины проплавления в 3–5 раз при более благоприятной форме шва, существенном снижении погонной энергии сварки и уменьшении зоны термического влияния. Также отмечена более высокая стойкость металла шва к образованию кристаллизационных трещин.

Менее выражены технологические преимущества способа сварки встречно-расположенной обычной и сжатой дугами при выполнении швов соединений из стали и меди.

Немаловажное значение имеют вопросы изучения сущности физических явлений, происходящих при сварке встречно-расположенными дугой и плазмой. Предварительные исследования показали, что принципиальным отличием этого процесса является то, что электрический ток протекает через сквозное отверстие в свариваемом металле, т. е. существует собственно одна дуга, столб которой менее подвержен блужданию по поверхности свариваемого металла. Скоростная киносъемка процесса сварки свидетельствует, что столб дуги в положительных и отрицательных частях периода более сжат, чем при обычной плазменной сварке. Появляется возможность выполнения качественных горизонтальных швов на вертикальной плоскости, а также швов, расположенных в вертикальном и потолочном положениях.

«Гидра-процесс» сварки. Новым этапом в развитии гибридных плазменно-дуговых технологий явилась разработка «гидра-процесса» сварки. Под этим термином подразумевают использование трех и более источников сварочного нагрева, имеющих различное физическое происхождение и назначение. В последние годы был создан плазменно-дуговой процесс сварки, предусматривающий применение двух горелок ТИГ с вольфрамовыми электродами и расположенного между ними плазмотрона. «Гидра-процесс» предназначен в первую очередь для однопроходной сварки алюминиевых сплавов толщиной 10–30 мм. Импульсы тока обратной полярности подаются на вольфрамовые электроды, а импульсы тока прямой полярности — на плазмотрон.

Роль дуги первого электрода сводится в основном к катодной очистке поверхности свариваемого металла и электродной проволоки от оксидов. Плазмотрон, питаемый мощными импульсами тока прямой полярности, обеспечивает глубокое проплавление основного металла. Дуга третьего электрода служит для улучшения формирования шва. «Гидра-процесс» сварки обеспечивает ширину швов, соизмеримую с толщиной свариваемого металла. Механические свойства сварных соединений находятся на уровне основного металла в отожженном состоянии.

Немецкая фирма «Мюнхенгладбах» реализовала «гидра-процесс» с тремя горелками ТИГ-сварки и одним плазмотроном для высокоскоростной сварки продольных швов из нержавеющей стали и других металлов толщиной 0,8–3,5 мм. Оригинальные конструкции моноблока горелок и плазмотрона, электромагнитная и газовая стабилизация горения дуги и микропроцессорные системы управления технологическим процессом позволили достичь скорости сварки до 800 м/ч при отличном качестве труб и бесперебойной работе оборудования.

**ПРОИЗВОДИТЕЛИ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Харьковским ГЦСМС**

Предприятие	Город	Сертификационная продукция
ОАО «Лосино-островский электродный завод»	Москва	Электроды: МР-3Т, ЛЭЗУОНИ-13/55, ЛЕЗАНО-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, ЛЭЗЛБ гп, ЛЭЗТМЛ-1У, ЛЭЗТМЛ-21У, ЛЭЗТМЛ-3У, 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, ЛЭЗНИАТ-1, ЛЭЗЦТ-28, ЛЭЗТ-620, ЛЭЗТ-590, ЛЭЗ-4, ЛЭЗЦНИИН-4, ЛЭЗЦН-6Л, ЛЭЗНР-70, ЛЭЗОЗН-6, ЛЭЗОЗН-300М, ЛЭЗНЧ-2, ЛЭЗКомсомолец-100, ЛЭЗЦЧ-2
Дата окончания действия сертификата — 28.07.2004		И. И. Москаленко, директор Харьковского ГЦСМС

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что конечной целью разработок гибридных плазменно-дуговых процессов является расширение технологических возможностей дуговой сварки плавящимся и неплавящимся электродами за счет существенного повышения скорости автоматизированной и роботизированной сварки, а также улучшения качества сварных соединений углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и сплавов. Рассмотренные разновидности гибридных процессов, основанных на совместном использовании комбинированных источников сварочного нагрева системы дуга+плазма, свидетельствуют о несомненных их преимуществах перед традиционными способами сварки. Первоочередные задачи дальнейшего развития работ в данном направлении заключаются в следующем:

- исследование физических процессов в сварочных дугах, совмещенных с плазмой, и их взаимосвязи с процессами проплавления основного металла и переноса электродного металла, формирования швов, а также со свойствами сварных соединений;
- поиск новых методов управления гибридными процессами плазменно-дуго-

- вой сварки, базирующихся на оптимизации конструкции электродно-соплового узла дугоплазмотрона, программировании формы кривой сварочного тока, выборе рационального состава плазмообразующего, защитного и фокусирующего газов, использовании лазерной стабилизации источника сварочного нагрева;
- выявление технологических возможностей гибридных плазменно-дуговых процессов сварки и наплавки применительно к различным классам свариваемых материалов;
- разработка принципов построения промышленного оборудования в составе универсальных дугоплазмотронов, специализированных инверторных источников питания и компьютерных систем управления параметрами режимов сварки;
- формирование обобщенных рекомендаций по практическому использованию гибридных плазменно-дуговых процессов для сварки, наплавки и родственных технологий.

Есть все основания предполагать, что в ближайшем будущем гибридные плазменно-дуговые процессы найдут широкое применение в различных отраслях промышленности. ● #317

Оборудование для кислородной резки углеродистых сталей

(Окончание. Начало на стр. 21)

Для ручной кислородной резки металла толщиной 2–300 мм выпускают резаки «Эффект-Р» длиной 500, 800 и 1000 мм, которые работают на ацетилене, пропанбутане и природном газе и имеют внутри-сопловое смешение (необходимое рабочее давление газа 0,06 МПа).

При проектировании ручных резаков был проведен анализ рынка, который показал, что большинство машиностроительных и строительных предприятий предпочитают вентиляную аппаратуру, объясняя это следующим:

- рука устает нажимать все время на клавишу;
- нельзя осуществить плавный пуск режущего кислорода;
- нельзя регулировать давление режущего кислорода;
- тяжелая аппаратура.

В то же время металлургические предприятия, признавая недостатки клавишной аппаратуры, однозначно высказались за нее. Это вызвано тем, что при работе в рукави-

цах рабочему легче нажать на рычаг, чем крутить вентиль. Для этой цели предназначены ручные резаки «Эффект-Р-БТ» для резки металла толщиной до 500 мм и длиной — 1500 мм. Резаки выпускают как для резки, так и для зачистки металла.

Для комплектования резаков «Эффект-М», «Эффект-МИ» и «Эффект-Р» выпускают пять типов мундштуков (рис. 3). Наиболее широко распространенный тип I предназначен для комплектования всех типов резаков, в том числе и керосинорезов; тип II — применяют редко, в основном для ведения монтажных потолочных работ, так как при засорении его легко прочистить, не разбирая, обычным ученическим пером №5; типы III и IV особых преимуществ перед типом I не имеют, их выпускают по заказу, а также для импортных резаков в комплекте с конической камерой смешения; тип V имеет удлиненное подогревающее пламя, очень удобен, особенно при отсутствии системы стабилизации расстояния от резака до листа, его применяют также для импортных резаков в комплекте с конической камерой смешения. ● #316

Сравнительная оценка качества сплошной электродной проволоки G3Si1 по EN 440

Э. В. Турьк, канд. техн. наук, Институт сварки (Гливице, Польша)

Для сварки конструкционных сталей плавящимся электродом в среде активных газов широко применяют электродную проволоку G3Si1 по EN 440. Основными факторами, определяющими результат сварки, являются качество электродной проволоки, технология сварки, техническое состояние сварочного оборудования, профессиональная квалификация сварщика и техническая культура производства. Сварочные службы предприятия могут влиять на четыре последних фактора, а качество электродной проволоки зависит только от ее изготовителя.

Производственный опыт показывает, что свойства электродной проволоки одной и той же марки, изготовленной разными заводами на основании одного и того же стандарта, отличаются друг от друга. Металл шва соединений, выполненных на одинаковых режимах разными проволоками, имеет различную пористость.

Для выявления причин получения различного качества соединений при сварке в среде активных газов сплошной стальной электродной проволокой G3Si1 были проведены сравнительные исследования качества свыше десяти польских и ряда зарубежных сварочных проволок этого типа номинальным диаметром 1,2 мм. Химический состав проволок соответствовал требованиям стандарта EN 440. Проволоки сравнивали по следующим показателям:

- механические свойства проволоки (временное сопротивление разрыву и жесткость проволоки);
- сварочные технологические свойства проволок (оценка зажигания сварочной дуги и коэффициент потерь на разбрызгивание).

При оценке проволоки основывались на требованиях стандартов, а также учитывали условные критерии, определенные в процессе испытаний, так как стандарты не регламентируют такие показатели, как толщина покрытия и его шероховатость, содержание водорода и кислорода.

Содержание газов в проволоке определяли в состоянии поставки проволоки и после удаления поверхностного слоя (номинальный диаметр проволоки 1,2 мм, диаметр без поверхностного слоя 1,0–1,05 мм): количество кислорода и азота — на автоматическом анализаторе газов в металлах Onmat-8500 фирмы «Ströhlein» методом высокотемпературной экстракции в струе гелия, водорода — на автоматическом анализаторе газов в металлах Hmat-2500 фирмы «Ströhlein» методом высокотемпературной экстракции в струе азота высокой чистоты (табл. 1).

Испытания показали, что проволоки № 22, 42, 47 и 52 не соответствуют требованиям стандарта PN-88/M-69420, согласно которому содержание азота не должно превышать 100 ppm. Суммарное содержание газов в испытуемых проволоках с омедненной поверхностью составляет от 61,7 (проволока № 49) до 297 ppm (проволока № 22). После удаления слоя меди суммарное содержание газов в проволоках уменьшается, причем разница ΔR составляет от 13,1 до 93,3 ppm. Полученные результаты показывают, что в зону сварки попадают газы из технологической смазки, находящейся под слоем меди. Снижение содержания водорода и кислорода после удаления поверхностного слоя свидетельствует о том, что проволока под



поверхностью содержит органические загрязнения (технологическую смазку). Можно принять, что разница ΔR является критерием оценки степени чистоты поверхностного слоя проволоки. Для оценки проволоки существенно также суммарное содержание в ней газов. Суммарное количество азота, водорода и кислорода не должно превышать 150 ppm, т. е. $K = \Delta R + S_2 - 150 \leq 0$. Этому требованию отвечают проволоки № 3, 7, 16, 45 и 49.

Принятый критерий, конечно, не исключает применения для сварки проволок, которые не отвечают ему. Проведенные испытания металла, наплавленного различными проволоками, показали, что содержание газов в проволоке существенно влияет на пористость наплавленного металла. Это четко заметно при использовании проволок с показателем $K > 50$ ppm (к ним относятся проволоки № 12, 18, 20, 22, 42, 43, 47 и 52). Если показатель K превышает 50 ppm, то в зависимости от требований, предъявляемых к сварным соединениям, следует проводить обязательный неразрушающий контроль пористости сварных швов.

Качество сварных швов, выполненных методом MAG с применением стандартных режимов ($I_{св} < I_{кр}$), определяли по уровню пористости в изломе угловых соединений, а также оценкой пористости радиографическим методом. Уровень пористости угловых соединений находили как отношение суммарного поперечного сечения пор к общей площади излома шва при сварке стали S355J2G3. Для оценки пористости использовали следующую балльную шкалу уровня пористости (табл. 2):

- 0–1 % – балл 5 (соответствует требованиям В по PN-EN 25817);
- 1,1–2 % – балл 4 (соответствует требованиям С по PN-EN 25817);
- 2,1–3 % – балл 3 (соответствует требованиям D по PN-EN 25817);
- 3,1–4 % – балл 2 (соответствует требованиям D по PN-EN 25817).

Пористость по величине и степени интенсивности дефектов определяли радиографическим контролем Y-образных стыковых соединений толщиной 12 мм, выполненных различными проволоками в одинаковых условиях. Класс дефектности регламентирован требованиями стандарта PN-87/M-69972. Для этих соединений в зависимости от проволоки он меняется от R1 до R3 (дефекты – главным образом сферические поры).

Таблица 1. Содержание газов в сварочных проволоках, ppm

Номер провол.	Состояние проволоки	N ₂	O ₂	H ₂	S	ΔR	K
3	+Cu	58	84	3,2	145,2	13,1	-4,8
	0	57	73	2,1	132,1		
5	+Cu	53	136	9,4	198,4	29,8	48,4
	0	53	110	5,6	168,6		
7	+Cu	56	89	3,1	148,1	24,1	-0,9
	0	54	68	2,0	124,0		
12	+Cu	41	182	7,2	230,2	57,2	80,2
	0	42	127	4,0	173,0		
16	+Cu	28	67	5,2	100,2	27,9	-49,8
	0	25	45	2,3	72,3		
18	+Cu	65	145	6,1	216,1	55,9	66,1
	0	64	94	2,2	160,2		
20	+Cu	30	182	6,4	218,4	51,6	68,4
	0	31	132	3,8	166,8		
22	+Cu	157	137	3,0	297,0	14,7	147
	0	157	123	2,3	282,3		
42	+Cu	104,7	162	4,7	271,4	89,4	121,4
	0	103,3	76,7	2,0	182,0		
43	+Cu	98	159	1,9	258,9	24,4	108,9
	0	97	136	1,5	234,5		
45	+Cu	66	68	2,4	136,4	43,3	-13,6
	0	60	32	1,1	93,1		
47	+Cu	140	119	2,6	261,6	65,8	111,6
	0	131	63	1,8	195,8		
49	+Cu	30	28	3,7	61,7	22,3	-88,3
	0	25	12	2,4	39,4		
52	+Cu	112	111	3,3	226,3	45,4	76,3
	0	109	69	2,9	180,9		

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения: +Cu — омедненная проволока; 0 — проволока без поверхностного слоя; S — суммарное содержание азота, водорода и кислорода в проволоке; $\Delta R = S_1 - S_2$, где S_1 — суммарное содержание газов в омедненной проволоке, S_2 — суммарное содержание газов в проволоке без поверхностного слоя

Эффект влияния газов в проволоке на качество сварных швов проявляется также при сварке со струйным переносом электродного металла (для $I_{св} > I_{кр}$). Исследования стыковых соединений, выполненных способом T.I.M.E. электродной проволокой, содержащей 271,4 ppm (проволока № 42 по табл. 1), показали:

- в сварных швах имеются сферические поры Aa11, Aa12 и Aa21, что соответствует классу дефектности R1 и R2;
- прочностные свойства сварных соединений из сталей St3S и St41K такие же, как свойства соединений из этих сталей, выполненных способом MAG с применением стандартных режимов;
- ударная вязкость швов характеризуется значительным разбросом результатов испытаний, что вызвано наличием пор в металле шва в плоскости надреза образцов.

Эти результаты подтверждают необходимость применения при сварке на форсированных режимах (Т.И.М.Е. и другие способы высокопроизводительной сварки MAG) сплошной проволоки с ограниченным содержанием газов.

Диаметр проволоки оценивали согласно требованиям стандарта PN-88/M-69420 (предельные отклонения диаметра 1,2 мм — с плюс 0,01 мм до минус 0,03 мм). Измерения проводили в двух взаимно перпендикулярных направлениях в каждом сечении, в десяти местах на расстоянии 10 м друг от друга. Применили следующую балльную шкалу оценок (от самой низкой до самой высокой): балл 2 — при отклонении плюс 0,02 мм; балл 3 — при отклонении минус 0,02 мм; балл 4 — при отклонении минус 0,01 мм; балл 5 — при отклонении 0,00 мм. Среди контролируемых проволок только диаметр проволоки № 42 (см. табл. 1) не

соответствовал требованиям стандарта PN-88/M-69420 по диаметру.

Овальность поперечного сечения проволоки находили как разницу номинального диаметра 1,2 мм и действительного диаметра, замеренного в поперечном сечении в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Применили следующую шкалу оценок овальности: балл 2 — разница размеров меньше минус 0,02 или больше плюс 0,01 мм, балл 5 — разница размеров от минус 0,02 до 0,00 мм.

Равномерность толщины покрытия по периметру. Макроскопическое исследование покрытия проводили на поперечном сечении нетравленных микрошлифов в оправке металлографическим микроскопом MEFIVM фирмы «LEICA» (увеличение $\times 500$). Установили значительную дифференциацию толщины покрытия, а для некоторых проволок также надрывы покрытия и надрывы проволоки (рис. 1–4). Приняты следующие критерии оценки: сплошное покрытие по периметру — 5, отсутствие покрытия или надрывы — 2 (см. табл. 2).

Толщину покрытия омедненных проволок измеряли с помощью прибора COULOSCOPE S9 кулометрическим (электрохимическим) методом по стандарту PN-EN ISO 2177. Этот прибор обеспечивает возможность замера толщины покрытия от 0,03 до 2 мкм. Для проволок № 5, 7, 20, 22 и 26 с толщиной покрытия менее 0,03 мкм был применен весовой метод, который заключается в определении средней толщины покрытия на испытуемом участке проволоки (табл. 3).

Известные стандарты не регламентируют количественные требования к толщине медного покрытия. По данным одного из зарубежных заводов-изготовителей (проволоки этой фирмы не подвергали испытаниям), типичная толщина медного покрытия на проволоке составляет 0,15–0,40 мкм. Поэтому приняли такую шкалу: балл 2 — если толщина покрытия находится вне этого предела; балл 5 — если толщина покрытия отвечает требованиям (см. табл. 2).

Качество сцепления слоя меди со сталью оценивали методом намотки по стандарту PN-87/M-80004. Испытание проводили в жестких условиях, так как проволоку диаметра 1,2 мм наматывали на проволоку такого же диаметра (рис. 5). Использовали металлографический микроскоп (увеличение $\times 100$). Для оценки использовали следующие условные критерии:

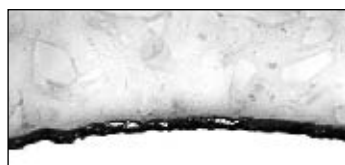


Рис. 1. Вид поперечного сечения образца № 10. Покрытие равномерное по толщине, без надрывов



Рис. 2. Вид поперечного сечения образца № 18. Местное отсутствие медного покрытия

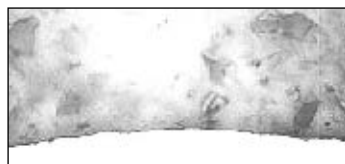


Рис. 3. Вид поперечного сечения образца № 30. Отсутствие медного покрытия



Рис. 4. Вид поперечного сечения образца № 32. Отсутствие медного покрытия, надрывы верхнего слоя проволоки

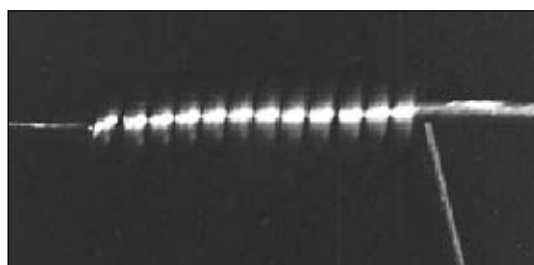


Рис. 5. Витки проволоки после намотки

Рис. 6. Предельное значение подъема витка проволоки, свободно лежащего на земле, рекомендуемое стандартом AWS A5.18-69

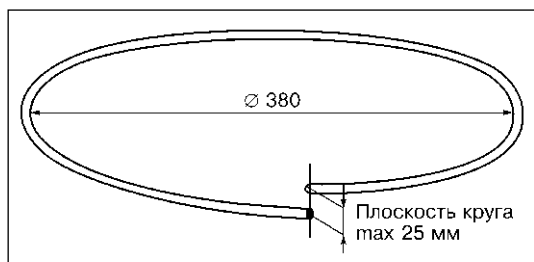


Таблица 2. Результаты оценки качества проволок по всем показателям

Показатель	Номер проволоки																	
	1	3	5	7	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Пористость сварного шва	3	4	4	4	5	3	5	4	3	4	3	5	5	5	5	4	5	2
Диаметр проволоки	4	3	4	4	4	5	3	4	3	4	3	2	3	4	3	3	3	5
Овальность сечения	5	5	5	5	5	5	2	5	2	2	5	2	5	5	5	5	5	5
Равномерность покрытия	5	2	2	2	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5
Толщина покрытия	–	5	2	5	–	5	–	5	2	2	2	5	5	5	5	5	5	2
Сцепление покрытия	5	4	3	3	4	2	3	3	3	3	2	3	3	5	3	2	2	3
σ_b	2	2	5	2	2	2	5	2	2	2	5	5	5	2	5	5	2	2
Подъем витка по PN–M–69420	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	2	5	2
Шероховатость покрытия	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	5	3	4
Разбрызгивание	3	2	5	3	2	3	2	2	4	2	3	2	2	2	2	2	3	2

Таблица 3. Толщина медного покрытия проволок, мкм

Номер проволоки	Толщина покрытия
3	0,34
5	0,05
7	0,15
12	0,36
16	0,28
18	0,45
20	0,01
22	0,11
24	0,24
26	0,18
28	0,37
30	0,36
32	0,34
34	0,25
36	0,49

Таблица 4. Результаты оценки проволок по основным показателям

Показатель	Номер проволоки																	
	1	3	5	7	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Пористость	3	4	4	4	5	3	5	4	3	4	3	5	5	5	5	4	5	2
Подъем витка	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	2	5	2
Разбрызгивание	3	2	5	3	2	3	2	2	4	2	3	2	2	2	2	2	3	2
Оценка	3,7	3,7	3,7	4,0	4,0	3,75	4,0	3,7	4,0	3,7	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,7	4,3	2,0

- отсутствие отслаивания покрытия, минимальные следы после волочения проволоки, отсутствие трещин в покрытии – балл 5;
- небольшое отслаивание покрытия, мелкие риски после волочения проволоки, отсутствие трещин в покрытии – балл 4;
- отслаивание покрытия, глубокие риски после волочения проволоки, отсутствие трещин в покрытии – балл 3;
- интенсивное отслаивание покрытия, трещины в покрытии – балл 2.

Результаты оценки проволок на основании этих критериев приведены в табл. 2.

Временное сопротивление на разрыв σ_b проволоки проверяли с помощью прочностной установки INSTRON 4210. Провели пять замеров для каждой проволоки, образцы для испытаний были взяты из участков на расстоянии 10 м. Для сварочной проволоки диаметром 1,2 мм по требованиям стандарта PN–88/M–69420 σ_b должно находиться в пределах от 750 до 1200 МПа. Поэтому приняли следующие критерии оценки: если проволока соответствует требованиям – балл 5, в противном случае – балл 2.

Жесткость проволоки. Для оценки подъема витка проволоки (плоскостности витка)

приняты результаты при ручной размотке проволоки с катушки. Требованию стандарта PN–88/M–69420, по которому подъем витка не должен превышать 100 мм, соответствуют большинство проволок, за исключением № 5, 22, 32 и 36 (см. табл. 2). Однако ряд проволок (№ 5, 14, 18, 22, 24, 32 и 36) не удовлетворяют более высоким требованиям стандарта AWS A5.18–69, в соответствии с которым подъем витка не должен превышать 25 мм (рис. 6).

Шероховатость поверхности проволок измеряли профилометром SURTRONIC3 фирмы «TAYLOR–HOBSON». Испытания показали, что шероховатость поверхности находится в пределе от 8 до 10 класса ($Ra = 0,06...0,78$ мкм) по стандарту PN–58/M–04250. Для оценки шероховатости поверхности проволок применяли следующие критерии: класс 10 – балл 5; класс 9 – балл 4; класс 8 – балл 3.

Балл 5 получила проволока № 32 с минимальной шероховатостью поверхности (см. табл. 2).

Зажигание сварочной дуги. В результате исследований сварочно-технологических свойств проволоки, проведенных в одина-

(Окончание на стр. 37)

Компьютерный анализ характеристик дуги переменного тока

Л. А. Жданов, А. М. Сливинский, В. Т. Котик, кандидаты техн. наук,
В. Н. Коперсак, инж., В. Л. Коваленко, Ю. А. Пырч, студенты, НТУУ «КПИ» (Киев)

Традиционно данные, характеризующие процесс существования дуги переменного тока, оценивают на основе анализа осциллограмм шлейфных и электронных осциллографов. Однако переходные процессы, а также инерционность плазмы, т. е. стабильность дуги, в полной мере не могут быть подвергнуты количественному анализу из-за низкой разрешающей способности шлейфных осциллографов (до 10 кГц). Для получения таких данных обычно используют электронные осциллографы, совмещенные со специальными электронными приспособлениями, а для их фиксации — кино- или видеокамеры.

Вместе с тем электронный осциллограф позволяет при длительности развертки $2 \cdot 10^{-3}$ с получать частоту вертикальной развертки 500 Гц, т. е. частота замеров (обновления экрана) составляет 500 раз в секунду, что явно недостаточно. Кроме того, увеличение частоты развертки приводит к уменьшению длительности наблюдаемого на экране периода, а применение кино- или видеосъемки накладывает на исследуемый сигнал погрешность частоты кадров съемки. Использование запоминающих электронных осциллографов также затруднено: малый промежуток времени, запоминаемый на экране, часто невозможно синхронизировать с интересующим исследователя моментом существования дугового разряда.

В настоящее время существует возможность передачи сигнала, соответствующего току и напряжению на дуге, на персональный компьютер с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). При этом получают сигнал, который в зависимости от частоты дискретизации характеризуется определенным количеством точек за единицу времени: для современных АЦП от 10 до 1000 точек за полупериод переменного тока. Это позволяет при максимальной частоте дискретизации анализировать процессы, длительность которых составляет менее 10^{-6} с. Учитывая, что время существования плазмы после прекращения поступления энергии может составлять от 10^{-2} до 10^{-5} с, данной частоты должно быть достаточно для получения достоверной информации. Проведенные эксперименты при сварке под флюсом показали, что даже при частоте дискретизации записи сигнала 50 кГц область перехода тока или напряжения через ноль может быть представлена всего двумя-тремя точками из-за большой скорости изменения этих параметров. Поэтому необходимо использовать специализированные АЦП с частотой не менее 100 кГц.

Результаты измерений параметров режима сварки обычно представляют в виде ряда цифр, по которым с помощью стандартных программных средств (Excel, Matchcad) могут быть получены графики (осциллограммы), характеризующие изменение силы тока и напряжения во времени. Однако те же стандартные программы не позволяют производить количественную обработку полученных осциллограмм, а именно разбивать массив данных на отдельные полупериоды изменения силы тока и напряжения, которые можно обрабатывать отдельно друг от друга.

Для анализа характеристик дуги переменного тока нами разработано специальное программное обеспечение «Зварник».

Данная программа предусматривает следующие функции:

Загрузка данных из TXT-файлов — автоматически разбивает данные на полупериоды изменения силы тока и напряжения.

Загрузка данных через буфер обмена — необходимо предварительно скопировать их в буфер и, выделив соответствующее окно, вставить данные.

Сохранение данных — загруженные и обработанные данные сохраняет в выбранном месте. Данные могут быть перенесены в текстовый формат через буфер обмена.

Открытие данных — загрузка в память данных, сохраненных ранее.

Возможность пересчета — позволяет пересчитать всю таблицу данных (умножив на тарифовочный коэффициент), что переводит используемые относительные значения в действительные значения напряжения и силы тока. Для тарифовки используют цифровой тестер DT-830.

Обработка данных — построение графиков по исходным или действительным значениям силы тока и напряжения. Это позволяет наглядно оценить достоверность представленных данных и определить возможность их дальнейшей обработки. Допускается изменение масштаба графика по оси отсчета времени и оси значений силы тока и напряжений.

Нахождение расчетных параметров:

- максимальных и минимальных значений напряжений и силы тока в каждом полупериоде на заданном промежутке полупериода;
- среднего значения силы тока и напряжения за все исследуемые периоды и по полупериодам, а также их дисперсии;
- средних значений пиков зажигания по напряжению и максимальной силы тока за все исследуемые периоды и по полупериодам, а также их дисперсии;
- общего времени возбуждения дуги, времени накопления энергии, предшествующее моменту поджига, времени возбуждения дугового промежутка, длительность пика зажигания (время определяют по характерным точкам осциллограммы напряжения);
- скорости изменения напряжения и силы тока (по данным строят фазовые диаграммы);
- скорости изменения напряжения в период общего времени поджига дуги, во время накопления энергии, предшествующее моменту поджига, а также времени возбуждения дугового промежутка; усреднение этих данных и определение дисперсии.

● #319

Отчетно-выборная конференция Общества сварщиков Украины

27 февраля этого года в Киеве состоялась 3-я отчетно-выборная конференция Общества сварщиков Украины (ТЗУ), в работе которой приняли участие представители всех региональных и областных отделений, главные сварщики крупных промышленных предприятий Украины, научные сотрудники ИЭС им. Е. О. Патона.

С отчетным докладом о работе Общества за 1999–2002 г. выступил президент ТЗУ В. Г. Фартушный. В докладе был представлен анализ современного состояния сварочного производства в Украине и наметившихся в последние два года тенденций его роста, перспективных направлений научных исследований и разработок в области сварки и родственных процессов, а также основные результаты деятельности ТЗУ за отчетный период и задачи Общества на ближайшие годы.

Особое внимание докладчик уделил работе Украинского аттестационного комитета сварщиков, ТЗУ и его региональных отделений по профессиональной подготовке и персональной аттестации специалистов сварочного производства в соответствии с национальными и международными нормами и стандартами. Созданная в Украине система аттестации персонала, занятого в сварочном производстве, является важнейшим условием обеспечения качества выпускаемой продукции, повышения ее конкурентоспособности. Поэтому дальнейшее совершенствование отечественного производства с учетом требований международной системы аттестации и сертификации материалов, оборудования и технологий является приоритетным. Чрезвычайно большое значение имеет стандартизация в области сварки и родственных процессов, создание национальных стандартов, гармонизированных с международными нормами и правилами.

Общество сварщиков Украины, отметившее в прошлом году свой 10-летний юбилей, немало сделало в области информационного обеспечения. Это — регулярное проведение специализированных сварочных выставок, научно-технических конференций и практических семинаров (как региональных, так и отраслевых), развитие научного туризма. Деятельность ТЗУ в этом направлении осуществлялась при активном участии и поддержке НТК «ИЭС им. Е. О. Патона», ОАО «Фирма СЭЛМА», ОАО «КЗЭСО», Торгового дома «Сварка», сварочных факультетов и кафедр вузов и других организаций. Большую работу в расширении информационного пространства и обмене технологической информацией выполняют информационно-технический журнал «Сварщик» и издательство «Экотехнология».

Анализируя работу региональных и областных отделений, докладчик отметил успехи, достигнутые в Одесском (председатель В. И. Дегтярь), Крымском (председатель Г. В. Павленко), Херсонском (председатель Я. И. Микитин), Центральном (председатель В. Н. Корж), Донецком (председатель А. Д. Размышляев), Луганском (председатель Ю. А. Харламов), Николаевском (председатель Ю. В. Солониченко) и Сумском (председатель В. Н. Радзиевский) отделениях. Отмечено, что более активную позицию должно занимать руководство Западного, Карпатского и Подольского региональных отделений, а Совет ТЗУ должен активизировать организационную деятельность в этих регионах.

В обсуждении приняли участие вице-президент ТЗУ А. М. Сливинский, члены Совета ТЗУ В. И. Дегтярь, Г. В. Павленко, А. Д. Размышляев, Б. В. Юрлов, председатель Николаевского областного отделения Ю. В. Солониченко, а также директор Ильницкого опытного завода механического сварочного оборудования Д. Ю. Матико, начальник отдела сварки ПО «Машпроект—Заря» Ю. В. Бутенко, директор Технопарка «ИЭС им. Е. О. Патона» А. А. Мазур, заведующий отделом ИЭС им. Е. О. Патона В. Н. Бернадский, директор МУАЦ ИЭС им. Е. О. Патона П. П. Проценко, эксперт ГП НТЦ «СЕПРОЗ» А. Г. Потапьевский.

Все выступавшие положительно оценили результаты деятельности ТЗУ за отчетный период. В то же время отмечалась необходимость расширения участия Общества в трансфере (передаче) прогрессивных технологий и результатов научных разработок в производство с целью всемерного удовлетворения запросов потребителей. Предложено создать банк данных по запросам предприятий в потребности конкретных сварочных технологий и оборудования. В создании такого банка, обмене информацией между регионами активное участие должны принять региональные (областные) отделения. Обществу необходимо более активно участвовать в рассмотрении и внедрении системы менеджмента качества по ISO 9000 и охраны окружающей среды по ISO 14000. Важной задачей также является расширение международных научно-технических контактов ТЗУ и укрепление его авторитета как в Украине, так и за рубежом. Были высказаны и другие замечания и предложения, касающиеся деятельности ТЗУ.

На конференции предложено учредить «Медаль ТЗУ», которой будут награждать специалистов за весомый вклад в развитие сварочного производства страны. Положение о «Медали ТЗУ» поручено разработать вновь избранному Совету.

Участники конференции одобрили основные задачи ТЗУ в области научно-технической и организационной деятельности, избрали президента, вице-президентов и Совет ТЗУ. Президентом ТЗУ избран генеральный директор АО «УкрИСП» **В. Г. Фартушный**, вице-президентом, исполнительным директором — **В. М. Илюшенко**, заведующий отделом ИЭС им. Е. О. Патона, вице-президентом — **А. М. Сливинский**, первый заместитель председателя УАКС.

На конференции был избран Совет ТЗУ:

- Р. Е. Даревич** — председатель Западного регионального отделения, главный сварщик ОАО «ЛАЗ»;
- В. И. Дегтярь** — председатель Одесского областного отделения, директор НПП «Сварка и восстановление деталей»;
- Н. Г. Ефименко** — председатель Харьковского областного отделения, заведующий кафедрой сварочного производства УИПА;
- В. Ф. Квасницкий** — заведующий кафедрой сварочного производства Украинского государственного морского технического университета им. адмирала Макарова;
- Н. М. Кононов** — председатель Днепропетровского областного отделения, главный сварщик ОАО «Днепровагонстрой»;
- А. В. Краско** — генеральный директор ТД «Сварка»;
- С. И. Кучук-Яценко** — первый заместитель директора ИЭС им. Е. О. Патона;
- М. А. Лактионов** — председатель Сумского областного отделения, заместитель главного сварщика ОАО «Сумское НПО им. Фрунзе»;
- Я. И. Микитин** — председатель Херсонского областного отделения, председатель правления ОАО «КЗЭСО»;
- Ю. Г. Мосенкис** — главный сварщик ОАО «Завод Ленинская кузница»;
- Г. В. Павленко** — председатель Крымского регионального отделения, генеральный директор ОАО «Фирма СЭЛМА»;
- А. Д. Размышляев** — председатель Донецкого областного отделения, декан сварочного факультета Приазовского государственного технического университета;
- Б. В. Юрлов** — заместитель главного редактора журнала «Сварщик», директор ООО «Экотехнология»;
- И. Р. Явдошин** — ведущий научный сотрудник ИЭС им. Е. О. Патона.

Участники конференции приняли решение, определяющее программу деятельности Общества на период 2003–2005 гг. ● #320

Пресс-группа ТЗУ



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.

Расскажите, пожалуйста, об особенностях сварки при монтаже труб из коррозионно-стойких хромоникелевых сталей аустенитного класса.

В. Д. Дмитренко (Малин), С. В. Сергиенко (Кисловодск)

К аустенитному классу коррозионно-стойких сталей относят стали, имеющие после высокотемпературного нагрева преимущественно структуру аустенита (могут содержать до 10% феррита). Такие марки хромоникелевых сталей известны в мировой практике под наименованием стали 18-8 с содержанием примерно 18% хрома и 10% никеля. Это — наиболее широко используемые в промышленности стали марок 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H10T.

При подготовке и сварке труб из сталей аустенитного класса должны быть учтены специальные требования, которые сводятся к следующему. Резку труб и обработку кромок до проектного размера под сварку следует выполнять механическим способом. В случае использования термической резки с кромок должен быть снят слой металла до полного удаления всех неровностей, цветов побежалости и возможных горячих трещин.

Основными способами сварки, широко используемыми при монтаже трубопроводов, являются ручная дуговая сварка покрытыми электродами и дуговая сварка неплавящимся электродом в защитных газах. По условиям выполнения сварочных работ при монтаже трубопроводов из аустенитных сталей температура в зоне сварки не должна быть ниже -10 °С, т. е. при которой не требуется предварительный подогрев.

При более низкой температуре сварочные работы разрешается выполнять только в специальных защитных устройствах.

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами. При сварке покрытыми электродами зона, примыкающая к стыку шириной не менее 100 мм, должна быть покрыта водным раствором каолина или асбестовой тканью для защиты труб от брызг расплавленного металла.

Технология ручной дуговой сварки таких сталей предусматривает использование электродов ЦЛ-11, ЦТ-15, ЗИО-8, ЭА-400/10У и др. Рекомендуемые режимы сварки в зависимости от положения шва в пространстве и диаметра электрода приведены в технических условиях, паспортах и на электродных этикетках. Толщина стенки трубы определяет число слоев, которое необходимо наложить для заполнения разделки. Опыт показывает, что при толщине стенки трубы 4-6 мм число заполняющих слоев составляет 2, при 7-11 мм — 3, при 12-14 мм — 4. С увеличением толщины стенки через каждые 2-2,5 мм число слоев увеличивается на 1. Наиболее ответственный — корневой шов, он должен надежно проплавливать кромки свариваемых труб и образовывать на внутренней поверхности шва равномерный обратный валик. Как правило, наружная поверхность корня шва должна быть вогнутой. Облицовочный шов должен иметь плавное очертание и сопряжение с поверхностью трубы без подрезов. Ширина шва должна быть такой, чтобы перекрывать ширину разделки на 2-3 мм в каждую сторону. Сварку следует выполнять на возможно короткой дуге. Перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги на 15-20 мм на только что наложенный шов. Последующее зажигание дуги производят на металле на расстоянии 12-15 мм от кратера. Во всех случаях многослойной сварки разбивку на участки выполняют с таким расчетом, чтобы стыки участков в соседних слоях не совпадали, а точки были смещены одна относительно другой, но

«Сварщик», №21-2, 1933 г.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

Вопрос

Можно ли сварить разнородные металлы точечной сваркой, и в какой температуре, для точечной сварки в квадратной, угловой возможности сварки, пустые же сварки имеют отрицательный ответ. Из этой таблицы следует, что алюминий не может свариваться с другими металлами. Он сваривается в одну сторону с самим собой.

1 П. Белько

Ответ

Металлы	Алюминий	Латунь	Нель	Железо	Свинец	Никель	Платина
Алюминий	■						
Латунь		■	■	■			■
Нель			■	■			■
Железо				■	■		■
Свинец					■		
Никель		■	■	■		■	
Платина							■

не менее чем на 15 мм, и последующий участок перекрывает предыдущий на 15–20 мм. Стыки труб диаметром менее 219 мм, независимо от толщины стенки, должен сваривать один сварщик. С целью равномерного распределения сварочных напряжений и поддержания необходимого температурного режима по всему периметру стыка трубы диаметром более 219 мм должны сваривать одновременно два сварщика. Порядок наложения слоев при сварке труб в наиболее часто встречающихся монтажных условиях приведены на рис. 1–6.

Дуговую сварку неплавящимся электродом в защитных газах трубопроводов выполняют ручным и автоматическим способами. Сваривают с присадочной проволокой и без нее. Для сварки сталей марок 08X18H10, 08X18H10T, 12X18H10T реко-

мендуют применять присадочную проволоку марки Св-06Х19Н9Т диаметром 1,6–2,0 мм, а в отдельных случаях — 3,0 мм, вольфрамовые лантанированные электроды по ГОСТ 23949 и аргон по ГОСТ 10157. Трубы с толщиной стенки до 6–8 мм целесообразно соединять аргонодуговой сваркой, при большей толщине стенки предпочтителен комбинированный способ, при котором корневой слой выполняют аргонодуговым способом, а заполняющие слои — ручной дуговой сваркой покрытыми электродами. Для защиты корневого шва от влияния воздуха при аргонодуговой сварке первых двух слоев трубы с внутренней стороны рекомендуется заполнять аргоном. Кроме защиты шва, поддув аргона также способствует улучшению формирования обратного валика. Для уменьшения

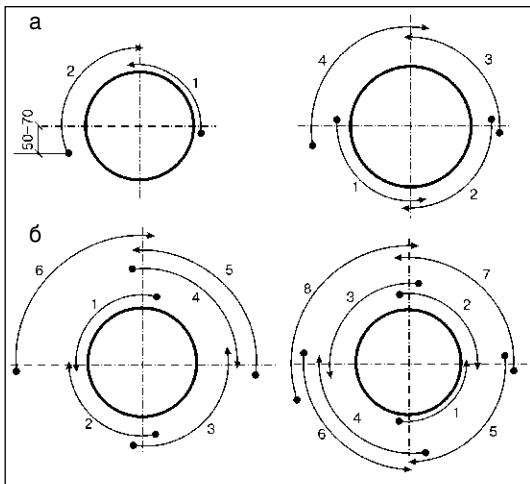


Рис. 1. Сварка с поворотом трубы на 180°: а — первого слоя; б — второго слоя; 1–8 — последовательность наложения участков слоя

Рис. 2. Сварка с поворотом трубы на 90°: а — первого слоя; б — второго слоя; 1–8 — последовательность наложения участков слоя

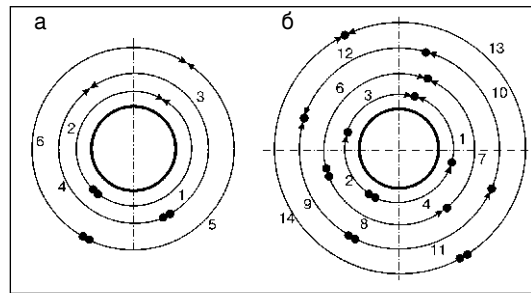
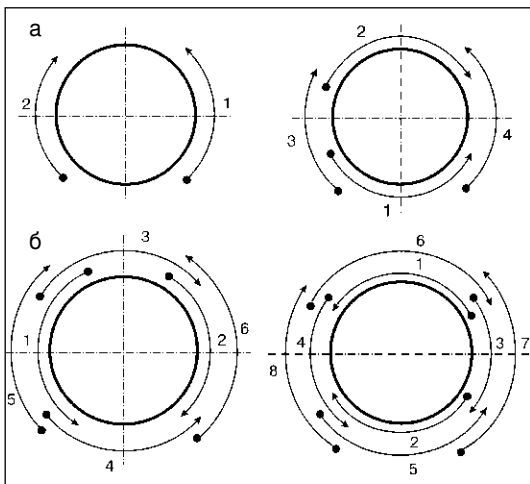


Рис. 3. Порядок наложения слоев при сварке вертикального неповоротного стыка труб одним сварщиком: а — для труб диаметром до 219 мм; б — для труб диаметром более 219 мм; 1–4 — последовательность наложения слоев

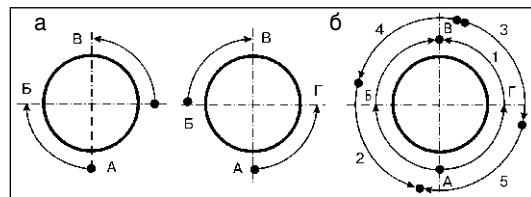


Рис. 4. Порядок наложения первого (а) и последующих (б) слоев шва при сварке вертикального неповоротного стыка труб диаметром более 219 мм двумя сварщиками

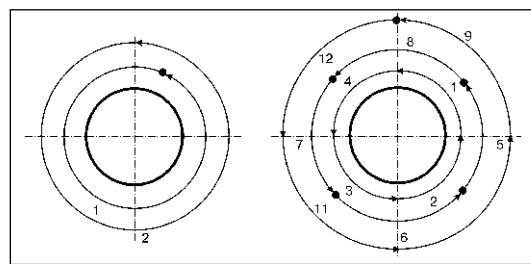


Рис. 5. Порядок наложения слоев при сварке горизонтальных стыков труб одним сварщиком

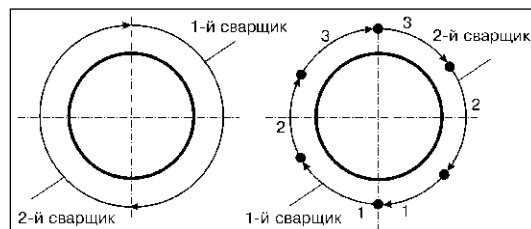


Рис. 6. Порядок наложения слоя шва горизонтального стыка при сварке двумя сварщиками

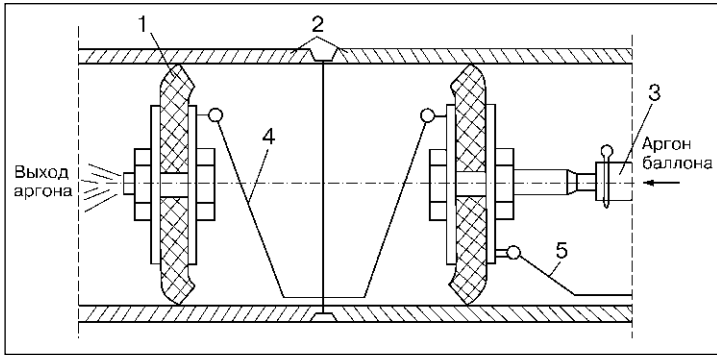


Рис. 7. Приспособление для защиты обратной стороны шва аргоном: 1 — заглушка из резины; 2 — свариваемые трубы; 3 — резиновый рукав; 4, 5 — тросики

Рис. 8. Сварка корневого шва в два поворота: 1-4 — последовательность выполнения шва

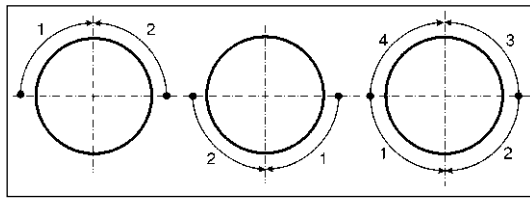


Таблица. Ориентировочные режимы аргонодуговой сварки неповоротных стыков труб из аустенитных сталей

Толщина стенки трубы, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Расход аргона, л/мин	Рекомендуемое число проходов
1,0-2,0	1,5	1,2-1,6	30-40	5-7	1
2,0	2,0	1,6-2,0	40	6-8	1
3,0	2,0-2,5	1,6-2,0	50-60	6-8	2
4,0	2,0-2,5	1,6-2,0	60-80	8-10	2
5,0	2,5-3,0	2,0-3,0	70-100	10-12	2
6,0	2,5-3,0	2,0-3,0	100-120	10-15	2-3

расхода аргона при поддуве объем, заполняемый аргоном, ограничивают специальными заглушками, устанавливаемыми при сборке труб на расстоянии 100-200 мм от торца стыка (рис. 7). Пропущенный до сварки через образованную заглушками камеру объем аргона должен быть равен четырех-пятикратному объему камеры.

При аргонодуговой сварке особое внимание следует уделять провару корня шва и заделке кратера. Для заделки кратера сварного шва при аргонодуговой сварке применяют дистанционное управление сварочным источником. В случае отсутствия системы дистанционного управления заделку кратера следует производить путем ввода в кратер капли присадки с одновременным ускорением отвода горелки от стыка до естественного обрыва дуги. При аргонодуговой сварке без присадочной проволоки кратер, образовавшийся при замыкании «замка», заделывают путем ускоренного отведения горелки в сторону,

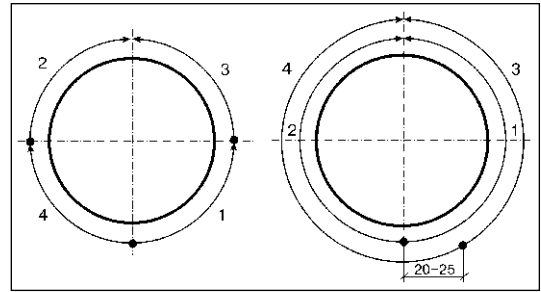


Рис. 9. Порядок сварки неповоротного стыка: а — корневого шва; б — второго и последующих швов; 1-4 — последовательность наложения швов

Рис. 10. Схема сварки вертикального стыка труб диаметром более 100 мм из коррозионно-стойкой аустенитной стали: 1-8 — последовательность наложения швов

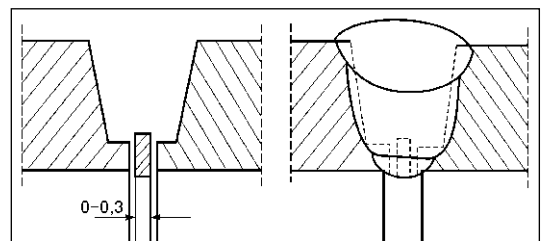
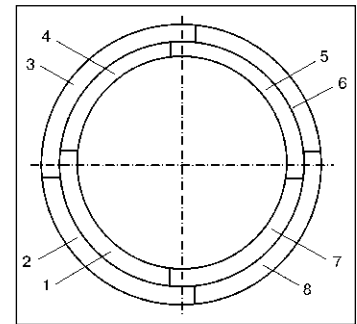


Рис. 11. Схема сварки стыка труб с расплавляемой вставкой

противоположную направлению сварки, и быстрого возвращения горелки на прежнее место. Подачу аргона из горелки начинают на 15-20 с раньше момента зажигания дуги и прекращают через 10-15 с после обрыва дуги. В течение этого времени направляют струю аргона на кратер для защиты металла от воздействия воздуха. Зажигание и гашение дуги следует производить на свариваемой кромке или уже сваренном шве на расстоянии 20-25 мм позади кратера.

При заварке поворотных стыков ось трубы располагают горизонтально или вертикально. Если вращение стыка затруднительно, то сварку корневого шва выполняют в два поворота (рис. 8). Направление и порядок сварки корневого слоя вертикального и горизонтального неповоротных стыков представлены на рис. 9.

Ориентировочные режимы аргонодуговой сварки стыков труб из аустенитных сталей указаны в таблице.

Для уменьшения деформаций неповоротные стыки труб диаметром до 100 мм сваривают участками по 1/2 окружности. Сварку стыков труб большего диаметра выполняют вразброс участками по 3/4 окружности (рис. 10).

После выполнения каждого прохода сварку стыка прекращают и вновь возобновляют, когда температура свариваемого соединения достигнет 100 °С. Для уменьшения потерь рабочего времени можно одновременно сваривать два-три стыка.

При аргонодуговой сварке труб используют расплавляемые вставки (рис. 11). Они способствуют хорошему формированию шва с внутренней стороны трубы и обеспечивают легирование корня шва за счет подбора соответствующего материала вставки. Предпочтительны расплавляемые вставки прямоугольного сечения, изготавливаемые из сварочной проволоки. Расплавляемую вставку устанавливают между стыкуемыми трубами без зазора и скрепляют прихватками. Прихватку и сварку корневого шва производят аргонодуговым способом без присадочной проволоки. Формирование происходит за счет расплавления вставки и кромок свариваемых труб. При сварке корневого шва горелке придают колебательные движения с амплитудой 2–3 мм.

При аргонодуговой сварке рекомендуют использовать способствующие проплавлен-

нию аэрозольные активаторы серии Patig, изготавливаемые по ТУ 6–13498349–004, а также флюсы-пасты ФП8–2.

В последние годы все большее распространение получает ручная импульсная дуговая сварка неплавящимся электродом, которая позволяет регулировать тепловложение в стык по жесткой программе. Наличие импульсов обеспечивает отказ от колебаний электрода, что существенно упрощает технику сварки, а своеобразные условия кристаллизации позволяют получать благоприятную форму шва, способствующую уменьшению количества дефектов.

Автоматическую аргонодуговую сварку применяют при сварке корня шва и всего сечения неповоротных стыков трубопроводов. Корневой слой стыков труб можно сваривать как с подачей присадочной проволоки, так и без нее. Оборудование для автоматической аргонодуговой сварки позволяет существенно повысить производительность труда при проведении сварочных работ, добиться высокого качества сварных соединений при проведении сварки в любых пространственных положениях, даже при относительно невысокой квалификации персонала, благодаря многообразию задаваемых режимов работ. Его выпуск освоен специализированными предприятиями Украины и России. ● #321

Сравнительная оценка качества сплошной электродной проволоки G3Si1 по EN 440

(Окончание. Начало на стр. 31)

ковых условиях механизированной сварки с применением сварочного полуавтомата КЕМРПИ PRO5000, установлено, что зажигание сварочной дуги для всех испытываемых проволок происходит практически одинаково. Время до момента стабильного горения дуги при механизированной сварке составляло от 11,6 до 14,4 мс. Вид покрытия и его толщина не оказывают влияния на время от момента короткого замыкания до стабильного горения дуги, поэтому этот фактор в дальнейшем не учитывали при оценке качества проволок.

Коэффициент потерь на разбрызгивание φ_p определяли при механизированной сварке в углекислом газе, причем режим сварки обеспечивал возможно наибольшее разбрызгивание.

Сравнение результатов (см. табл. 2) показывает, что испытываемые проволоки существенно отличаются по показателям качества. Для завода–изготовителя сварных конструкций решающими факторами при оценке закупаемой сварочной проволоки, имеющей сертификат соответствия, являются:

- пористость сварных швов;
- жесткость проволоки (подъем витка);
- разбрызгивание.

Результаты оценки проволок по этим основным показателям приведены в табл. 4.

Учитывая только эти показатели, можно зачислить в группу проволок низкого качества (принимая в качестве критерия среднюю оценку $\leq 3,0$) проволоки № 22, 32 и 36. К группе проволок высокого качества (принимая в качестве критерия среднюю оценку $\geq 4,0$ при отсутствии оценки 2 по какому-либо основному показателю) можно отнести проволоки № 7, 18 и 34. ● #318



Износ основных фондов предприятия и формы его устранения

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

В результате длительного функционирования основные фонды изнашиваются. Для получения объективной оценки состояния основных фондов необходимо учитывать их физический и моральный износ.

Физический износ характеризуется постепенной утратой основными фондами своей потребительной стоимости (ухудшение первоначальных характеристик) как в процессе эксплуатации, так и вследствие их неиспользования.

На степень физического износа основных фондов влияют такие факторы:

- степень их загрузки в производственном процессе, обусловленная длительностью и количеством смен работы за сутки, величиной баланса рабочего времени в течение года, интенсивностью загрузки;
- особенности технологического процесса и степень защиты основных фондов от влияния внешних факторов: температуры, влажности, атмосферных осадков и т. д.;
- качество технического обслуживания и ремонта основных фондов;
- квалификация работников и степень бережливости при обращении с основными фондами.

Степень физического износа определяют при помощи *коэффициента физического износа*, который может быть рассчитан двумя методами:

1. На основании сроков службы объекта — сравнение фактического срока использования объекта и возможного срока его полезной эксплуатации:

$$K_{\text{изн}} = T_{\text{ф}} / T_{\text{п.э}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где $K_{\text{изн}}$ — коэффициент износа объекта основных фондов; $T_{\text{ф}}$, $T_{\text{п.э}}$ — соответственно фактический и полезный срок эксплуатации объекта основных фондов (годы).

Срок полезной эксплуатации объекта основных фондов предприятие устанавливает самостоятельно, исходя из его технического состояния, режима работы объекта в течение года, интенсивности его загрузки в производственном процессе и т. д. Срок полезной эксплуатации принимается

во внимание при определении предприятием своей амортизационной политики.

2. На основании соотношения величины износа основных фондов и их первоначальной (или переоцененной) стоимости.

Величину износа основных фондов в стоимостном выражении определяют как сумму амортизационных отчислений, накопленную за фактический срок их эксплуатации. Первоначальная стоимость основных фондов формируется из фактических затрат предприятия на их приобретение, сооружение или изготовление, включая затраты на доставку, монтаж, введение в действие, выплат комиссионных посредникам, таможенных и других сопутствующих платежей. По первоначальной стоимости основные фонды принимаются на баланс.

Коэффициент физического износа в этом случае рассчитывают по формуле

$$K_{\text{изн}} = A / C_{\text{п}} , \quad (2)$$

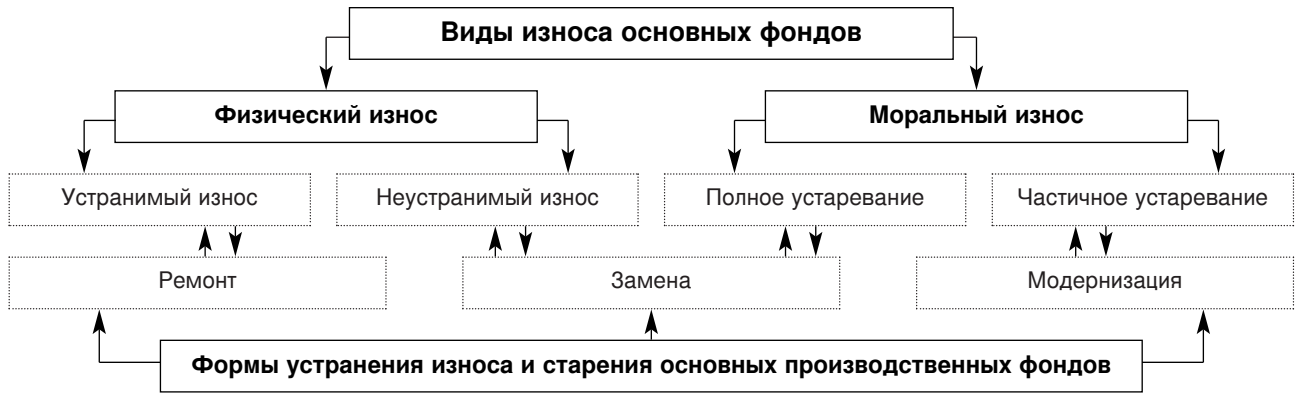
где A — накопленная в течение фактического срока эксплуатации основных фондов сумма амортизационных отчислений, грн.; $C_{\text{п}}$ — первоначальная стоимость основных фондов, грн.

Моральный износ основных фондов представляет собой преждевременное (до окончания срока службы) обесценивание основных фондов, вызванное либо удешевлением воспроизводства основных фондов (моральный износ первого рода), либо использованием более производительных средств труда (моральный износ второго рода).

Основными факторами, обуславливающими моральный износ, являются рост производительности общественного труда и темпы научно-технического прогресса. Появление более производительных образцов оборудования и других видов основных фондов, внедрение принципиально новых технологий, обеспечивающих более высокую производительность труда, вызывают моральный износ действующих основных фондов.

Для определения степени морального износа первого рода используют *коэффициент морального износа первого рода*

$$K_{\text{м.изн1}} = [(C_{\text{п}} - C_{\text{в}}) / C_{\text{п}}] 100\% , \quad (3)$$



где $C_{п}$ и $C_{в}$ — соответственно первоначальная и восстановительная стоимость основных фондов, грн.

Восстановительная стоимость отражает стоимость воспроизводства действующих основных фондов в современных условиях.

Степень морального износа второго рода определяют на основе сравнения производительности оборудования, затрат на эксплуатационное обслуживание оборудования или других приоритетных технико-эксплуатационных показателей.

Коэффициент морального износа второго рода

$$K_{м.изн2} = [(P_1 - P_0) / P_0] \cdot 100\% , \quad (4)$$

где P_0 и P_1 — соответственно производительность действующего и нового объекта основных фондов (количество продукции за единицу времени) либо другой приоритетный показатель.

Также определенное представление об общем уровне морального старения может дать информация об удельном весе объектов основных фондов, эксплуатирующихся предприятием более 10, 15, 20 лет.

Пример.

На предприятии используют оборудование первоначальной стоимостью 1350 грн., приобретенное два года назад. С учетом технологических особенностей и условий работы предприятия ожидается, что оборудование такого класса должно работать пять лет. Стоимость оборудования сегодня составляет 1100 грн. Определить степень физического и морального износа оборудования предприятия.

Решение.

Степень физического износа оборудования определяем по формуле (1). Имеем:

$$K_{ф.изн} = 2 : 5 \cdot 100\% = 40\% ,$$

т. е. за два года эксплуатации производственный потенциал оборудования уменьшился на 40%.

Степень морального износа оборудования находим по формуле (3):

$$K_{м.изн1} = [(1350 - 1100) / 1350] \cdot 100\% = 18,52\% ,$$

т. е. за срок эксплуатации оборудование существенно не устарело.

Между отдельными видами износа и формами их возмещения существует определенная взаимосвязь (рисунок).

Со временем доля неустранимого износа основных фондов увеличивается и приводит в дальнейшем к невозможности их эксплуатации, в результате чего наступает момент их полного физического износа. Единственным способом воспроизводства эксплуатационных свойств таких основных фондов является замена новыми.

Возмещение устранимого физического износа основных фондов осуществляется при помощи текущего и капитального ремонтов.

Текущий ремонт проводят с целью устранения мелких неисправностей и предупреждения прогрессирующего физического износа путем замены или восстановления отдельных сработанных конструктивных элементов основных фондов. Затраты на текущий ремонт относят к текущим затратам предприятия, связанным с эксплуатацией объекта основных фондов, и включают в состав себестоимости продукции.

Капитальный ремонт предусматривает возмещение нормального физического износа конструктивных элементов основных фондов и максимально возможное восстановление первоначальных технико-эксплуатационных параметров с целью продления срока их полезного использования.

Проведение капитального ремонта основных фондов связано с необходимостью расходования на него значительных средств. Для экономической оценки эффективности осуществления затрат на капитальный ремонт рассматривают также и альтернативный вариант — приобретение нового оборудования. В этом случае для каждого варианта рассчитывают общую сумму затрат и потерь. Для варианта, предусматривающего проведение капитального ремонта, в эту систему будут входить

Рисунок. Виды износа и старения основных производственных фондов и формы их устранения

затраты на проведение капитального ремонта и потери, вызванные превышением эксплуатационных затрат, связанных с обслуживанием капитально отремонтированного оборудования, над текущими эксплуатационными затратами по новому оборудованию. При втором варианте в сумму затрат будут входить стоимость приобретения и установки нового оборудования и потери от невозмещенной стоимости действующего оборудования (вследствие его недоамортизации).

В расчетах также следует учитывать соотношения производительности действующего и нового оборудования, длительности их ремонтного цикла. Для определения целесообразности проведения капитального ремонта действующего оборудования рассчитывают коэффициент экономической эффективности затрат на проведение капитального ремонта по формуле

$$E_{к,р} = 1 - (R + S_e) / (C_n \alpha \beta + S_a), \quad (5)$$

где R — ожидаемая стоимость капитального ремонта объекта основных фондов, грн.; S_e — превышение эксплуатационных затрат, связанных с обслуживанием капитально отремонтированного оборудования, над эксплуатационными затратами по обслуживанию нового оборудования, грн.; C_n — стоимость приобретения нового оборудования, грн.; α — коэффициент, характеризующий соотношение производительности действующего Π_0 и нового Π_1 оборудования:

$$\alpha = \Pi_0 / \Pi_1, \quad (6)$$

β — коэффициент, учитывающий соотношение длительности ремонтного цикла действующего $T^{р.ц}_0$ и нового $T^{р.ц}_1$ оборудования:

$$\beta = T^{р.ц}_0 / T^{р.ц}_1, \quad (7)$$

S_a — потери от недоамортизированной части стоимости действующего оборудования, грн.

Коэффициент экономической эффективности затрат на капитальный ремонт может принимать отрицательное, нулевое и положительное значение. При отрицательном значении этого коэффициента проведение капитального ремонта является нецелесообразным, выгодным будет приобретение нового оборудования. При нулевом значении коэффициента — рассматриваемые варианты равноценны. Проведение капитального ремонта будет целесообразным только при положительном значении коэффициента.

Пример.

Определить целесообразность проведения капитального ремонта действующего оборудования, если его остаточная стоимость (т.е. стоимость, еще не перенесенная на стоимость произведенной продукции в виде амортизационных отчислений) составляет 8 тыс. грн., затраты, связанные с его капитальным ремонтом, — 5 тыс. грн. Годовая сумма текущих затрат, связанных с эксплуатацией отремонтированного оборудования, составит 3,5 тыс. грн., его производительность — 9 деталей в час. Простой оборудования при ремонтном обслуживании в течение года — 36 дней.

Стоимость нового оборудования — 20 тыс. грн., текущие затраты, связанные с его эксплуатацией, за год составляют 2,8 тыс. грн., производительность — 13 деталей в час. Простой нового оборудования при ремонтном обслуживании — 22 дня.

Решение.

1. Определение коэффициента, учитывающего соотношение производительности отремонтированного и нового оборудования:

$$\alpha = \Pi_0 / \Pi_1 = 9 : 13 = 0,69.$$

2. Расчет коэффициента, учитывающего соотношение длительности ремонтного цикла отремонтированного и нового оборудования:

$$\beta = T^{р.ц}_0 / T^{р.ц}_1 = 36 : 22 = 1,64.$$

3. Определение суммы превышения эксплуатационных затрат, связанных с обслуживанием капитально отремонтированного оборудования, над эксплуатационными затратами по новому оборудованию:

$$S_e = 3,5 - 2,8 = 0,7 \text{ (тыс. грн.)}.$$

4. Расчет коэффициента эффективности капитального ремонта:

$$E_{к,р} = 1 - (5 + 0,7) : (20 \cdot 0,69 \cdot 1,64 + 8) = 0,81.$$

Так как рассчитанный коэффициент принимает положительное значение, проведение капитального ремонта будет целесообразным.

Моральный износ может выражаться в частичном и полном устаревании основных фондов. Для устранения частичного морального устаревания основных фондов проводят их модернизацию. Часто ее осуществляют во время проведения капитального ремонта объекта основных фондов, поэтому метод определения целесообразности модернизации аналогичен предыдущему. Коэффициент эффективности модернизации основных фондов

$$E_M = 1 - (R + M + S_e) : (B_n \alpha \beta + S_a), \quad (8)$$

где M — затраты на проведение модернизации объекта основных фондов, грн.

Величины α , β и S_e , которые входят в эту формулу, необходимо определять по данным модернизированного и нового объекта. Осуществление модернизации будет целесообразным, если значение коэффициента ее эффективности будет положительным.

К 30-летию директорского стажа ОСИПОВА Николая Яковлевича



**30 ЛЕТ
В СТРОЮ**

9 марта 2003 г. отметил 30-летие директорского стажа **Николай Яковлевич Осипов**.

Трудовая деятельность Н. Я. Осипова началась в 1952 г. на Запорожском заводе сварочных флюсов и стеклоизделий, куда он пришел мастером КИП. С 1973 г. возглавил Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий. Общий стаж работы на заводе — 50 лет, из них 30 лет в директорском кресле.

Высокий профессионализм, большой организаторский талант, глубокие знания и инженерная эрудиция генерального директора легли в основу развития завода и модернизации производства сварочных материалов. В постоянном содружестве с ИЭС им. Е. О. Патона на заводе были созданы новые производственные мощности, оборудование, технологии по выпуску сварочных флюсов вводились и осваивались на заводе впервые в стране.

В сложных экономических условиях завод под руководством Н. Я. Осипова сумел выйти на высокий технический уровень. Использование современных инновационных механизмов позволили ОАО «Запорожстеклофлюс», старейшему в мире предприятию по производству сварочных плавящихся флюсов, занять в настоящее время ведущие позиции на рынках в странах СНГ и в Европе. Предприятие является основным поставщиком сварочных флюсов и силиката натрия в Украине. Большая часть продукции экспортируется. Сегодня в номенклатуре предприятия

более 20-ти марок сварочных флюсов. Суммарное производство наиболее распространенных марок флюсов — АН-348А, АН-348АМ, АН-47 и других марок составило более 50% от общего производства плавящихся флюсов в странах СНГ и достигло почти 12 тыс. т в год. Объем производства силиката натрия составляет около 35 тыс. т в год.

За последние несколько лет на предприятии освоено около 30 видов новой продукции, выпускаемых по технологиям, базирующихся на новейших разработках, запатентованных, имеющих «ноу-хау», и превосходящих лучшие отечественные и некоторые зарубежные аналоги, внедрены новые ресурсо- и энергосберегающие технологии, постоянно ведется работа по улучшению качества и совершенствованию технологии изготовления продукции, что значительно повысило ее конкурентоспособность.

В канун юбилея завода и 30-летия директорского стажа Н. Я. Осипова академик Б. Е. Патон в торжественной обстановке вручил заводу Сертификат на систему управления качеством на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001-2001, а по поручению DVS ZERT Международный сертификат на соответствие требованиям DIN EN ISO 9001:2000. Такая высокая международная оценка позволяет ОАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» расширить сбыт своей продукции на украинском и международном рынках и идти в ногу с ведущими производителями сварочных флюсов по пути развития и совершенствования.

Деятельность Николая Яковлевича высоко оценена руководством страны. Он был награжден орденами и медалями СССР и Украины.

Достигнутые коллективом завода результаты технико-экономического развития предприятия в 2002 г. получили высокую оценку в рейтинговом конкурсе V Конгресса деловых кругов Украины. Генеральному директору были вручены Международные награды: «Золотой Меркурий» за вклад в оздоровление экономики, развитие интеграционной и инвестиционной деятельности, выпуск высококачественной продукции и «Лавры Славы» за заслуги в развитии социального прогресса, обогащение общечеловеческих ценностей и профессиональные достижения.

Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик» сердечно поздравляют Вас, Николай Яковлевич с трудовым юбилеем и желают новых производственных успехов!

Николаю Васильевичу ВЫСОКОЛЯНУ — 50 лет



50

11 апреля 2003 г. Главному сварщику концерна «Крюковский вагонзавод» исполняется 50 лет.

Всю свою трудовую деятельность Николай Васильевич связал с одним предприятием — Крюковским вагоностроительным заводом, пройдя путь от сварщика до главного сварщика. Впервые проходную завода Николай Васильевич переступил в 1971 г. 16-летним юношей. Огромный практиче-

ский опыт приобрел, работая сварщиком.

Знания, настойчивость, любовь к своей профессии, постоянный интерес к новинкам сварочного производства — сделали его настоящим специалистом в области сварки. Н. В. Высоколяну участвовал в освоении в Украине производства скоростных пассажирских вагонов, в разработке и внедрении технологии термической правки тонколистовых плоскостных конструкций, внедрении автоматической многоголовочной дуговой точечной сварки боковых стен пассажирского вагона. Этот перечень работ можно еще продолжать и продолжать.

С 1989 г. Николай Васильевич занимает должность главного сварщика.

В настоящее время концерн «Крюковский вагонзавод» имеет заказы, которые обеспечивают полную его загрузку, и то, что в это тяжелое для экономики Украины время концерн не испытывает недостатка в заказах, большая заслуга Высоколяна Николая Васильевича. Технический уровень сварочного производ-

ства концерна позволяет в короткое время и при минимальных затратах обеспечить подготовку производства новых изделий. Это достигается путем применения универсальной и перенастраиваемой сборочно-сварочной оснастки, а также полуавтоматов ВАРИО-СТАР, Lincoln, для установок подающих механизмов которых не требуются специальные консоли. Практически все применяемые в концерне цапфенные кантователи имеют одну передвижную стойку, что позволяет вести сварку изделий различной длины.

В 1998 г. Николаю Васильевичу присвоена квалификация Международного инженера-сварщика. Много сделано главным сварщиком для того, чтобы концерн вышел на европейский уровень качества сварных швов, работал по системам ISO AAR и нашел свою нишу на рынках ближнего и дальнего зарубежья. Обучены, переподготовлены и аттестованы сварщики концерна по новым требованиям европейских стандартов. Н. В. Высоколян является экспертом Украинского аттестационного комитета сварщиков.

Николай Васильевич свой богатый опыт и знания постоянно передает молодому поколению, коллегам по работе. К нему всегда можно обратиться за советом и помощью.

Для решения технологических задач необходимы не только знания, но и умение организовать работу. Николай Васильевич обладает такими качествами, которые позволяют ему решать самые сложные производственные и организационные задачи.

Николай Васильевич является председателем Полтавского областного отделения Общества сварщиков Украины.

Николай Васильевич — порядочный, сердечный, доброжелательный и интеллигентный человек. Он — душа коллектива, хорошо поет, танцует. Прекрасный семьянин, заботливый отец. Вместе с женой, Натальей Степановной, воспитывает двоих детей: сын учится в КПУ, а дочь — в школе.

Сердечно поздравляем Вас, Николай Васильевич, с юбилеем. Желаем Вам здоровья, счастья, творческих успехов, благополучия Вам и Вашей семье.

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



Фильтровентиляционный агрегат «Темп-НТ»

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

Для очистки воздуха от сварочного аэрозоля (СА), улавливаемого непосредственно на рабочем месте (на минимальном расстоянии от сварочной дуги), применяют различное вентиляционное оборудование*. В основном это — передвижные фильтровентиляционные агрегаты (ФВА) с жестко фиксирующимся в пространстве воздуховодом, очищающие воздух от СА, или переносные вентиляционные агрегаты, которые улавливают СА на рабочем месте и с помощью гибких воздуховодов отводят его за пределы рабочей зоны (выбрасывают в атмосферу) без очистки.

* См. Сварщик.
— №4. — 1999.
— С. 30.

В ИЭС им. Е. О. Патона совместно с МНТЦ «Темп» разработана новая модель ФВА с гибким воздуховодом (рисунки), позволяющая закреплять воздухоприемное устройство с помощью постоянного магнита непосредственно на свариваемой металлоконструкции на минимальном расстоянии от сварочной дуги. Это дает возможность практически полностью улавливать весь выделяющийся факел СА и с помощью специального фильтрующего блока очищать воздух, возвращая его обратно в помещение, где производится сварка. Кроме того, данным ФВА благодаря наличию гибкого воздуховода можно удалять СА из труднодоступных мест.

ФВА «Темп-НТ» состоит из вентиляционного блока специальной конструкции, трехступенчатого тканевого рукавного фильтра в корпусе из металлической сетки, гибкого воздуховода с воздухоприемным устройством и постоянным магнитом для крепления, бункера для сбора осажденной пыли аэрозоля и тележки для передвижения агрегата.

Особенностью вентиляционного блока ФВА является использование механизма ротационного осаждения твердых частиц СА с помощью специальной конструкции, позволяющей более крупные части-

цы осаждают в бункере, а более мелкие улавливать надувным рукавным фильтром, расположенным на данном блоке. Это позволяет

увеличить срок использования фильтрующего элемента. Последний состоит из трех ступеней: первая — предварительной очистки — 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 защитную функцию от искр и брызг, образующихся во время сварки, а также от механических повреждений фильтрующего элемента. При необходимости в зависимости от способа сварки и вида сварочного материала ФВА комплектуют дополнительной четвертой ступенью фильтра для очистки воздуха от токсичных газообразных веществ.

Бункер для сбора осажденной пыли СА состоит из тех же материалов, что и рукавный фильтр. Пыль СА, осажденная в рукавном фильтре, периодически стряхивается в бункер в момент включения и выключения ФВА за счет изменения давления под фильтром. Такая автоматическая регенерация фильтра существенно продлевает срок его использования. Кроме того, собранную в фильтрующем элементе бункера пыль легко утилизировать при замене элемента.

Гибкий воздуховод состоит из отдельных секций, соединенных между собой металлическими хомутами, и воздухозаборной воронки. На входе в воронку установлена металлическая сетка, которая гасит образующиеся при сварке искры. Воронка может быть оборудована как магнитным, так и электромагнитным фиксатором. Гибкие участки воздуховода изготавливают по оригинальной технологии, разработанной спе-



«Сварщик», №1-2, 1933 г.

За оздоровление работы сварщиков

Д-ром сан. врач. высшей категории О. Г. Левченко

Очень важно бороться с техническими излучениями сварки, выходящими из ее производственных источников, которые могут повлиять на здоровье сварщика и окружающих, а также на производительность труда. Поэтому, разработавшим с учетом трудоемкости:

В первую очередь нужно иметь в виду влияние ультрафиолетовых лучей на зрение, на кожу, а также на общее состояние сварщика со сварочным аппаратом, горящими электродом, молотком (или дугой, стержнем), обильно выделяющим газом и дымом при выполнении работ.

1
Придерживаться правил пользования защитными очками и масками

2
Следить за исправностью щитков

3
Следить за исправностью спецодежды

циалистами Украинского НИИ синтетических волокон и МНТЦ «Темп». Они представляют собой гибкие двухслойные шланги, основание (внутренняя сторона) которых изготовлена из алюминиевой фольги. Внешняя сторона воздуховода — несгораемое полиэфирное вязаное полотно, которое обтягивает внутреннюю фольгированную часть, содержащую вплетенную металлическую проволоку в количестве 1,5% от массы полотна. Это позволяет, кроме повышения износостойкости воздуховода, обеспечивать за счет снятия статического заряда снижение электрического сопротивления полотна с $4 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^3$ Ом для предупреждения возможной искрогенерации.

Результаты производственных испытаний ФВА «Темп-НТ» с трехступенчатым

Техническая характеристика ФВА «Темп-НТ»:

Производительность удаления воздуха, м ³ /ч	1500
Степень очистки воздуха, %, не менее	99,5
Разрежение на входе в воздуховод, Па.	1500
Мощность электродвигателя, кВт	1,2
Напряжение питания, В.	220 (380)
Длина воздуховода, м.	9
Диаметр воздуховода, мм.	150
Масса, кг.	36

фильтром при ручной дуговой сварке покрытыми электродами различных марок и полуавтоматической проволокой Св-08Г2С в углекислом газе показали, что содержание вредных веществ в рабочей зоне значительно ниже предельно допустимых концентраций.

● #323

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

№ 1 (январь)

Свойства нахлесточных соединений алюминиевых сплавов, полученных дуговой точечной сваркой плавящимся электродом. *И. В. Довбищенко, В. С. Машин, В. А. Шонин, М. П. Пашуля*

Перспективы использования фосфора в наплавочных материалах на основе железа (Обзор). *И. И. Рябцев, Ю. М. Кусков*

Выбор оптимальных схем взрывного нагружения сварных соединений на основе оценки твердости. *В. А. Титов, Ю. И. Фадеенко, В. Г. Петушков*

Связь структуры и прочностных свойств сталей алюминированных соединений, выполненных сваркой трением и взрывом. *Л. И. Маркашова, Е. Н. Бердникова, И. И. Хомуцкая*

Диаграмма плавкости сплавов системы Sn-Zn-Bi. *В. Ф. Хорунов, В. И. Швеи, Т. Г. Таранова, Г. Ф. Кобзенко*

Износостойкие композиционные покрытия с наполнителями системы Fe-B-C1. *И. М. Спиридонова, Е. В. Суховая, С. Б. Пиляева*

Новая документация на изготовление и ремонт технологического энергооборудования. *К. А. Ющенко, Л. В. Чеботило, А. К. Царюк, В. Д. Иваненко, Т. М. Старушенко, А. В. Кужель, Ю. А. Лысов, Н. В. Кравченко, В. И. Ульянов, В. О. Гордиенко*

Особенности сварки алюминиевых сплавов на постоянном токе при прямой полярности. *В. П. Будник*

Лазерная сварка тонколистовых сталей с использованием специальных приемов. *В. Д. Шелягин, В. Ю. Хаскин, А. В. Сиора, А. В. Сахарнов, Е. И. Гончаренко*

Термические циклы при плазма-МИГ наплавке. *Н. А. Макаренко, В. А. Невидомский*

Санитарно-гигиеническая характеристика процесса сварки плавящимся электродом в инертных газах алюминиевого сплава АМгб. *О. Г. Левченко, В. С. Машин*

Система направления сварочной горелки по стыку с телевизионным датчиком. *Ф. Н. Киселевский, С. И. Прутула, В. В. Долиненко*

Многофункциональный сварочный инвертор, выполненный по двухмодульной схеме. *А. Е. Коротынский*

№ 2 (февраль)

Математическое моделирование процессов взаимодействия металла с газами при дуговой сварке. *И. К. Походня*

Система питания машин для контактной сварки с транзисторным инвертором. *В. К. Лебедев, А. А. Письменный*

Компьютерная система выбора сварочных материалов для дуговой сварки конструктивных сталей. *В. И. Махненко, Т. В. Королева, И. Г. Лавриненко*

Структурные превращения и свариваемость закаляющейся высокопрочной стали 20ХН4ФА. *В. Ю. Скульский, А. К. Царюк, В. Г. Васильев, Г. Н. Стрижиус*

Стойкость против межкристаллитной коррозии аустенитного наплавленного металла, микролегированного РЗМ. *Н. Г. Ефименко, С. В. Нестеренко*

Физико-механическая неоднородность сварных соединений высокоазотистых хромомарганцевых сталей и их коррозионная стойкость. *А. И. Балицкий, И. Ф. Костюк, О. А. Крохмальний*

Опытный завод сварочного оборудования Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины в новых условиях хозяйствования. *В. А. Титов, Б. В. Данильченко, А. Н. Волков, А. Г. Брызгалин, С. М. Полищук, В. А. Корицкий, В. В. Андреев*

Детонационный комплекс «Перун-С» для нанесения защитных покрытий. *Е. А. Астахов*

Современное состояние подводной сварки и резки в Украине. *В. Я. Кононенко*

Восстановление изношенных замыкающих поверхностей замков автосцепных устройств сваркой взрывом. *А. Н. Кривенцов, В. И. Лысак, В. И. Кузьмин, М. А. Яковлев*

Оптический сенсор для слежения за стыком при размерах зазора, близких к нулю. *Ф. Н. Киселевский, Г. А. Бутаков, В. В. Долиненко, Е. В. Шаповалов*

Прибор ПКР-3 для контроля разнотолщинности покрытия сварочных электродов. *М. Ф. Гнатенко*

№ 3 (март)

Сварка в Санкт-Петербурге
Сварочные материалы: состояние и тенденции развития. *И. К. Походня*

Высокованадиевые сплавы для плазменно-порошковой наплавки инструментов. *Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев, Г. М. Гордань*

Прочность и вязкость сварных соединений алюминидо-литиевых сплавов в условиях предельного нагружения. *Т. М. Лабура*

Влияние условий нагрева поверхности изде-

лия на структуру упрочненных слоев стали У8 при плазменно-детонационной обработке. *Ю. С. Борисов, О. В. Колисниченко*

Определение допустимых отклонений вставки при замене монтажного соединения стенки рулонированных резервуаров. *А. Ю. Барвинко, Е. А. Гоцуляк*

Пути повышения прочности сварных соединений труб из термопластов (Обзор). *В. П. Тарногородский, Е. Ю. Пономарева*

Компетенция персонала — важная составляющая системы экологической безопасности сварочного производства. *В. В. Черных*

Особенности конструирования механизмов импульсной подачи электродной проволоки в сварочном оборудовании. *В. А. Лебедев*

№ 4 (апрель)

Оценка состояния металла сварных труб длительно эксплуатируемых газопроводов. *С. Е. Семенов, А. А. Рыбаков, Л. В. Гончаренко, Т. Н. Филипчук, М. Н. Дрогомирский, Б. И. Педько*

Особенности капиллярных волн в пароголовом канале при электронно-лучевой сварке металлов большой толщины. *В. М. Нестеренков*

К вопросу образования продольных трещин в сварных соединениях высокопрочных сталей. *Л. М. Лобанов, Л. И. Миходуй, В. Д. Позняков, О. Л. Миходуй, В. Г. Васильев, П. А. Стрижак*

Структура и свойства металла, наплавленного под водой порошковой проволокой с никелевой оболочкой. *С. Ю. Максимов, И. М. Савич, С. М. Захаров, Н. В. Зайцева, Е. В. Козлов*

Влияние плазменно-детонационной обработки поверхности на тепловое состояние и фазовый состав модифицированных слоев стали У8. *Ю. С. Борисов, О. В. Колисниченко*

Методика определения размеров ультразвуков дисперсных неметаллических включений в металле сварных швов низколегированных сталей. *Г. М. Григоренко, В. Ф. Грабин, В. В. Головкин, В. А. Костин, И. И. Алексеенко, Л. М. Капитанчук*

Прецизионная сварка взрывом конструкций. *Л. Д. Добрушин*

Обеспечение экологической и производственной безопасности сварочного производства в российском судостроении. *В. Д. Горбач, В. В. Черных*

Фирма «Фрониус» представляет: Time Twin — высокопроизводительный способ сварки НКМЗ меняет облик



Константин Константинович Хренов — зеркало истории сварки

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



В 1918 г. молодой специалист Константин Константинович Хренов начал свою деятельность в электротехнической промышленности, а спустя пять лет специализируется в области сварки металлов, которой посвятил свою дальнейшую жизнь. Он разрабатывал и внедрял новые сварочные материалы, источники питания и технологии, создавал научные общества и основывал кафедры, популяризировал сварку в своих учебниках и лекциях.

Константин Константинович Хренов родился 13 (25) февраля 1894 г. в Боровске Калужской губернии. Его отец — учитель русского языка в городском училище, дружил с К. Э. Циолковским, который там же преподавал арифметику. В конце 1905 г. семья Хреновых переезжает в Нижний Новгород, где в 1911 г. Константин заканчивает училище. Благодаря хорошим знаниям он легко выдерживает вступительные экзамены в Петербургский электротехнический институт. Учась на электротехническом отделении, Константин Хренов овладевает как электротехникой, так и многими химическими дисциплинами, становится высококвалифицированным инженером, владеющим навыками выполнения научно-исследовательской работы. В 1918 г. К. К. Хренов приезжает в Уфу, где занимается проектированием гидроэлектростанции и разработкой плана электрификации Уфимской губернии, организывает курсы подготовки электриков, преобразованные впоследствии в высшее учебное заведение.

Осенью 1921 г. Константин Константинович приглашают на преподавательскую работу в Петроградский электротехнический институт. Здесь, на кафедре прикладной электрохимии, раскрывается его талант экспериментатора и преподавателя. Одновременно К. К. Хренов выполняет и отдельные инженерно-проектные заказы. В 1923 г., работая по совместительству в электромашиностроительном тресте, он начинает заниматься проблемами сварки. Естественно, что прежде всего К. К. Хренова привлекла электросварка.

В этот период в промышленно развитых странах сварка постепенно вытесняла клепку, и в то же время несколько распространенных способов сварки (дуговая, газовая, контактная) конкурировали между собой, имея те или иные преимущества. В период восстановления промышленности Советского Союза не имела ни сварочных материалов, ни оборудования. Наладить выпуск источников питания для дуговой сварки было легче, чем организовать производство карбида, кислорода или сложных контактных машин. Инженеры К. К. Хренов, В. П. Никитин (будущий академик) и А. Е. Алексеев (будущий член-корр. АН СССР) приступили к созданию электросварочного оборудования. В 1924 г. на заводе «Электрик» были изготовлены опытные образцы мотор-генераторного агрегата СМ-1 постоянного тока и сварочного трансформатора СТ-2.

В 1925 г. К. К. Хренов был переведен в Москву на работу в Государственный трест главным инженером сварочного бюро. Здесь опытный инженер-сварщик участвовал в проектировании Московского электродного завода, реконструкции завода «Электрик».

В 1928 г. К. К. Хренов начинает работать в Московском институте железнодорожного транспорта, где создает сварочную лабораторию, разрабатывает специальный курс сварки, а вскоре открывает кафедру сварки. В 1931 г. В. П. Никитин, Г. А. Николаев и К. К. Хренов организуют Автосварочный комбинат, где Константин Константинович руководит кафедрой технологии дуговой сварки. В 1932 г. К. К. Хренов становится профессором. В 1933 г. автогенно-сварочный институт переводят в Московский механико-машиностроительный институт им. Н. Э. Баумана. Профессор К. К. Хренов возглавляет там кафедру и создает одну из лучших в стране вузовскую учебную исследовательскую лабораторию. К. К. Хренов проводит исследования по широкому спектру проблем сварочного производства, привлекая к научной работе преподавателей, аспирантов, студентов. Результаты исследований легли в основу науки о сварке. Среди его приоритетных работ — исследование процессов в сварочной дуге, влияния химических элементов на ионизацию, особенности сварки цветных металлов, сварки дугой переменного тока и др. Результаты этих исследований до сих пор используются при разработке составов покрытий электродов и флюсов, технологий и техники сварки.

С 1933 г. К. К. Хренов состоит в Американском сварочном обществе. Впервые в мире К. К. Хренову удается добиться устойчивого горения дуги под водой. Он создает плавящийся электрод, обеспечивающий удовлетворительное качество металла шва. Подводная электросварка и резка сразу же нашла применение при строительстве портовых сооружений и подъеме пароходов, а в годы Великой Отечественной войны лаборатория К. К. Хренова и специально обученные им водолазы выполнили большой

объем ремонтно-восстановительных работ. В 1946 г. К. К. Хренову была присуждена Сталинская премия 2-й степени за разработку подводной сварки и резки.

В феврале 1945 г. ученого избирают академиком АН УССР, он переезжает в Киев и начинает работать в Институте электросварки, а с 1947 г. одновременно заведует кафедрой в Киевском политехническом институте, где создает большую лабораторию. До конца 1958 г. К. К. Хренов продолжает работать в политехническом институте, создает научную школу магнитного управления сварочными процессами.

В период жизни и работы в Киеве Константин Константинович продолжает работу по усовершенствованию различных видов сварки, уделяя особое внимание решению актуальных проблем. К. К. Хренов создает новую систему сопел горелок для газопрессовой сварки при строительстве газопровода Дашава—Киев—Москва. Более того, вместо ацетилена и сжатого кислорода для сварки ему удается использовать природный газ и воздух. Сопла, разработанные совместно с М. М. Бортом, обеспечили высококачественную резку стальных слитков и поковок толщиной до 1 м. В конце 1950-х гг. К. К. Хренов (совместно с Э. М. Эсбияном) одним из первых в стране занялся воздушно-плазменной резкой. Таким образом была решена проблема термической резки любых металлов. В те же годы развивающаяся микроэлектроника и ряд других направлений техники требовали надежных технологий соединения. К. К. Хренов и его сотрудники разработали сразу несколько способов сварки: малоамперной дугой, для устойчивого горения которой создали специальные источники питания, микроконтактной энергией разряда конденсатора и др. Холодная и магнитонимпульсная сварка позволили получить такие соединения, которые не удавалось получить другими способами. Была решена проблема изготовления уникальных изделий криогенной техники, электроники, радиотехники. Диапазон толщин металлов, обрабатываемых по технологиям К. К. Хренова, составляет от долей миллиметров до 1 м.

В конце 1970-х гг. К. К. Хренов из-за болезни уже не может активно проводить эксперименты, читать лекции, но продолжает консультировать, писать книги, вносит значительный вклад в создание двухтомника «Сварка в СССР».

Научной и практической деятельностью К. К. Хренова вполне достаточно, чтобы считать его одним из корифеев сварки. Развитие сварочного дела в стране в значительной степени обязано его организационной деятельности. В середине 1920-х гг. К. К. Хренов и его коллеги в Москве создали общественную организацию для коллективного решения проблем внедрения достижений сварки. Всесоюзное научное инженерно-техническое общество сварщиков объединило усилия исследователей и производственников страны, организовало выпуск журналов «Автогенное дело» и «Сварщик», оказывало консультационные услуги, проводило конференции.

Еще одним аспектом научной деятельности К. К. Хренова являются изыскания в области истории техники. Он участвовал в работе советских делегаций на Международных конгрессах по истории техники, в 1953 г. организовал и возглавил Украинское национальное объединение историков науки и техники, под его редакцией вышли первые номера журнала «Нариси з історії природознавства і техніки».

Константин Константинович Хренов скончался на 91-м году жизни, 11 октября 1984 г. Академик АН УССР, член-корреспондент АН СССР, заслуженный деятель науки и техники УССР К. К. Хренов был награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, медалями.

● #324

Сварка в Интернет

Интернет – информационное пространство, где можно быстро и доступно найти разнообразную информацию, в том числе о продукции промышленного назначения. Существует много сайтов и порталов, где за небольшую плату, а чаще бесплатно, можно узнать технические характеристики, область применения, особенности эксплуатации и, наконец, стоимость материалов, оборудования и т. п.

Каждый сайт развивается своим путем, хотя всех их объединяет много общего. Чем больше сайтов, тем лучше для пользователя, тем шире у него выбор. Наиболее распространенными являются прайс-сайты, например:

Украинский информационно-поисковый прайс-сервер
<http://price4all.visti.net/>

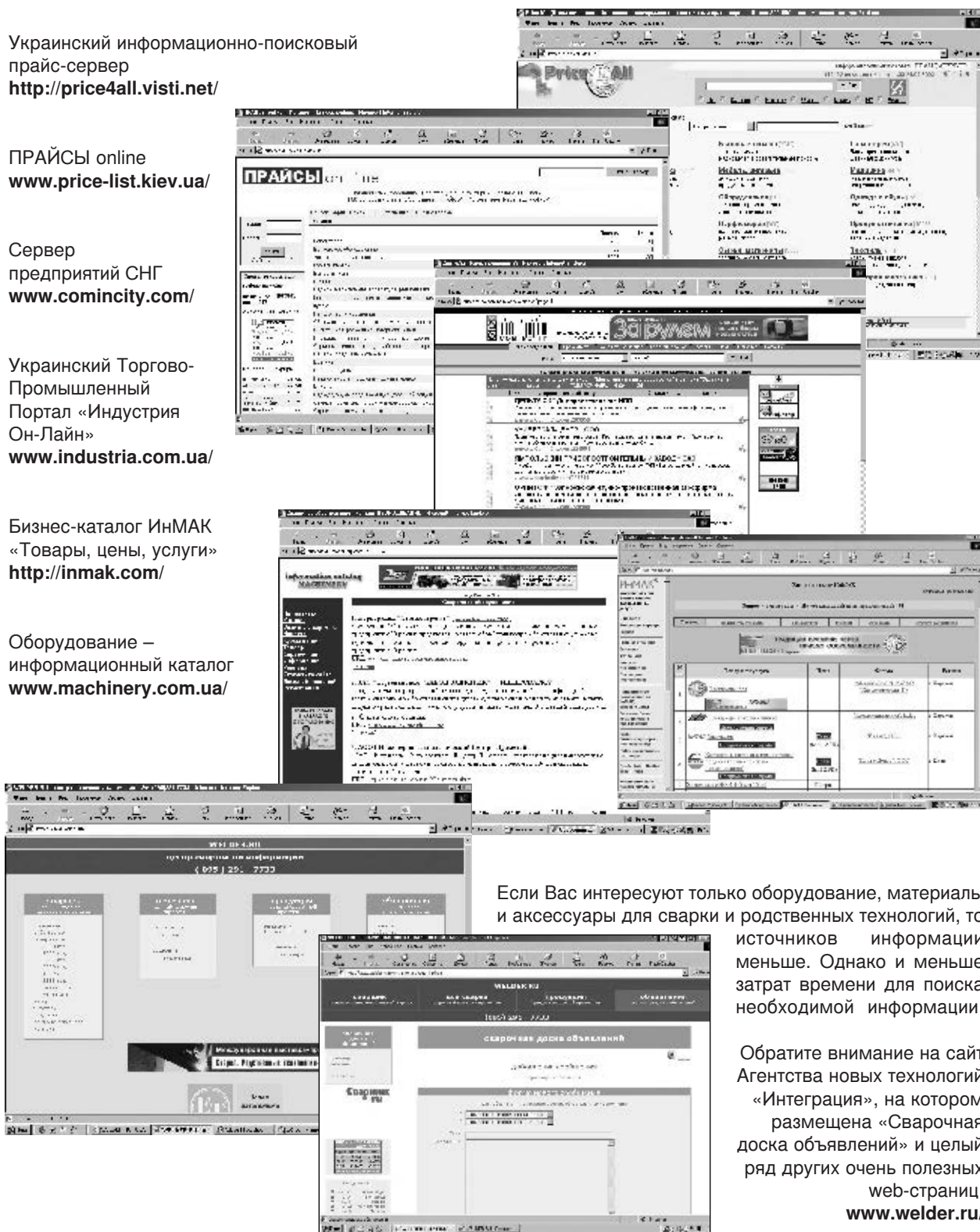
ПРАЙСы online
www.price-list.kiev.ua/

Сервер предприятий СНГ
www.comincity.com/

Украинский Торгово-Промышленный Портал «Индустрия Он-Лайн»
www.industria.com.ua/

Бизнес-каталог ИнМАК «Товары, цены, услуги»
<http://inmak.com/>

Оборудование – информационный каталог
www.machinery.com.ua/

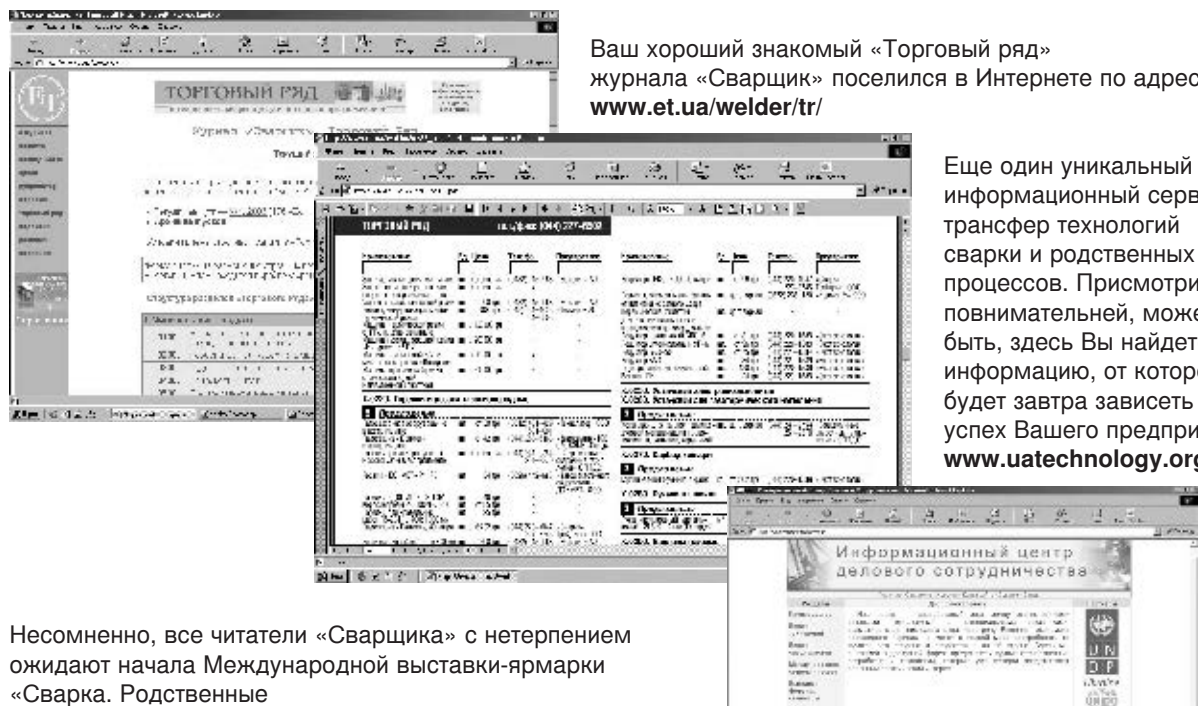


Если Вас интересуют только оборудование, материалы и аксессуары для сварки и родственных технологий, то источников информации меньше. Однако и меньше затрат времени для поиска необходимой информации.

Обратите внимание на сайт Агентства новых технологий «Интеграция», на котором размещена «Сварочная доска объявлений» и целый ряд других очень полезных web-страниц:
www.welder.ru/

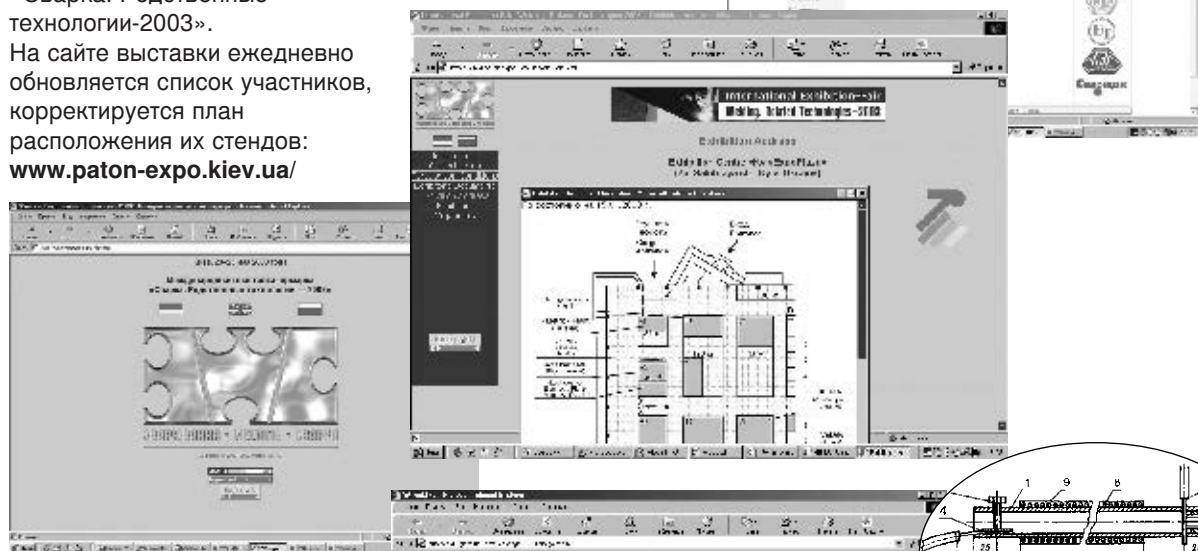
Ваш хороший знакомый «Торговый ряд» журнала «Сварщик» поселился в Интернете по адресу: www.et.ua/welder/tr/

Еще один уникальный информационный сервис — трансфер технологий сварки и родственных процессов. Присмотритесь повнимательней, может быть, здесь Вы найдете информацию, от которой будет завтра зависеть успех Вашего предприятия: www.uatechnology.org/

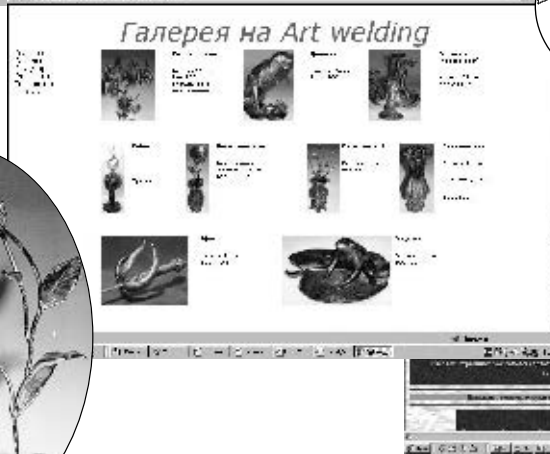
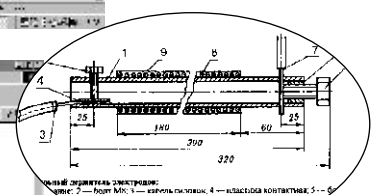


Несомненно, все читатели «Сварщика» с нетерпением ожидают начала Международной выставки-ярмарки «Сварка. Родственные технологии-2003».

На сайте выставки ежедневно обновляется список участников, корректируется план расположения их стендов: www.paton-expo.kiev.ua/



Если сварка в Вашей жизни — не только работа, не останетесь равнодушными, посетив следующие web-страницы:



<http://www.geocities.com/weldingart/russian/galer.htm>
<http://personal.primorye.ru/svirin/>

Уважаемые читатели, ссылки на полезные и интересные сварочные web-ресурсы присылайте в редакцию «Сварщика» по адресу: welder@svitonline.com