



2 (36) 2004

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

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

Издатель: ГВП «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают:



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

Главный редактор К. А. Ющенко

Зам. главного редактора Б. В. Юрлов

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

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

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

Маркетинг и реклама Е. Б. Юрлов, Т. В. Гегельский

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 06.04.2004. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная №1.

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

Зак. № 06/04 от 06 апреля 2004 г. Тираж 3000 экз.

Печать ООО «Людопринт Украина», 2004.

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

Тел. (044) 220-0879, 227-4280.

© «Экотехнология», «Сварщик», 2004

Информационно-технический журнал Сварщик™

Технологии
Производство
Сервис



СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологии 3

НПКГ «Зоря»—«Машпроект» — 50 лет

- Роль сварочного производства в развитии газотурбостроения.
Ю. Н. Бондин, Ю. В. Бутенко 6
- Электронно-лучевая сварка в НПКГ «Зоря»—«Машпроект».
В. А. Лобанов, В. П. Николаенко, А. А. Кайдалов 10
- Внедрение процессов лазерной обработки в НПКГ «Зоря»—«Машпроект».
Л. В. Воронин, В. П. Николаенко, В. И. Стручалин 14
- Электрошлаковая сварка стыков кованых полуколец из мартенситных сталей.
Л. В. Воронин, А. Б. Малый, Ю. В. Бутенко 16
- Плазменно-порошковая наплавка стеллитом фиксаторов труб.
А. И. Сом, В. Ю. Ищенко, А. Б. Малый 18
- Вакуумная пайка деталей и узлов газотурбинных двигателей.
О. В. Гаврилов 20
- Применение жаростойкого материала КБНХЛ-2 для наплавки деталей газотурбинных двигателей.
А. А. Алтухов, О. В. Гаврилов 22
- Наплавка меди и медных сплавов на сталь.
М. У. Буддыжова 24
- Стенд для испытания газопламенной аппаратуры.
Т. А. Оксеньчук 25

Наши консультации 26

Технологии и оборудование

- Механизация дуговой сварки плавящимся электродом.
Г. И. Лащенко 29
- Банк данных режимов автоматической и механизированной сварки.
В. Ф. Демченко, С. С. Козлитина 32
- Местная термообработка сварных штуцеров сосудов давления.
П. М. Корольков 34
- Новая модель сварочного аппарата TransPocket 1500 с устройством VRD 39
- ООО «САЛЕКС» предлагает щечковые дробилки фирмы RETSCH.
Э. М. Кавун 40
- Высокоэффективные системы плазменной резки нового поколения фирмы Хайпертерм (Hypertherm®).
В. А. Яремченко 42

Юбилей

- Жоржу Гавриловичу Голобородько — 60 лет 33

Из истории сварки

- Увековечение деятельности Николая Гавриловича Славянова.
А. Н. Корниченко 43

Выставки

- Промышленность Турции на пути эффективного развития:
WIN — Мир промышленности 2004 45
- Календарь выставок на 2004 г. 46

2004

март-апрель



Новини техніки і технології	3
НВКГ «Зоря»—«Машпроект» — 50 років	
○ Роль зварювального виробництва в розвитку газотурбобудування. <i>Ю. М. Бондін, Ю. В. Бутенко</i>	6
○ Електронно-променеє зварювання в НВКГ «Зоря»— «Машпроект». <i>В. О. Лобанов, [В. П. Ніколаєнко], А. А. Кайдалов</i>	10
○ Впровадження процесів лазерної обробки в НВКГ «Зоря»— «Машпроект». <i>Л. В. Воронін, [В. П. Ніколаєнко], В. І. Стручалін</i>	14
○ Електрошлакове зварювання стиків кованих напівкілець з мартенситних сталей. <i>Л. В. Воронін, А. Б. Малий, Ю. В. Бутенко</i>	16
○ Плазмово-порошкове наплавлення стелітом фіксаторів труб. <i>А. І. Сом, В. Ю. Іщенко, А. Б. Малий</i>	18
○ Вакуумне паяння деталей і вузлів газотурбінних двигунів. <i>О. В. Гаврилов</i>	20
○ Застосування жаростійкого матеріалу КБНХЛ-2 для наплавлення деталей газотурбінних двигунів. <i>А. А. Алтухов, О. В. Гаврилов</i>	22
○ Наплавлення міді та мідних сплавів на сталь. <i>М. У. Буддизхова</i>	24
○ Стенд для випробувань газопламенної апаратури. <i>Т. А. Оксенчук</i>	25
Наші консультації	26
Технології та устаткування	
○ Механізація дугового зварювання електродом, що плавиться. <i>Г. І. Лашченко</i>	29
○ Банк даних режимів автоматичного і механізованого зварювання. <i>В. Ф. Демченко, С. С. Козлітина</i>	32
○ Місцева термообробка зварних штучерів судин тиску. <i>П. М. Корольков</i>	34
○ Нова модель зварювального апарату TransPocket 1500 з пристроєм VRD	39
○ ТОВ «САЛЕКС» пропонує шоківі дробівки фірми RETSCH. <i>Е. М. Кавун</i>	40
○ Високоєфективні системи плазмового різання нового покоління фірми Хайпертерм (Hypertherm®). <i>В. А. Яремеченко</i>	42
Ювілеї	
○ Жоржу Гавриловичу Голобородько — 60 років	33
З історії зварювання	
○ Увічнення діяльності Миколи Гавриловича Славянова. <i>О. М. Корнієнко</i>	43
Виставки	
○ Промисловість Туреччини на шляху ефективного розвитку: WIN — Світ промисловості 2004	45
○ Календар виставок на 2004 р.	46
CONTENTS	
News of technique and technology	3
SPCG «Zorya»—«Mashproject» — 50 years	
○ Role of welding production in development of gas turbine building. <i>Yu. N. Bondin, Yu. V. Butenko</i>	6
○ Electron beam welding in SPCG «Zorya»—«Mashproject». <i>V. A. Lobanov, [V. P. Nikolaenko], A. A. Kaydalov</i>	10
○ Implementation of processes of laser treatment in SPCG «Zorya»— «Mashproject». <i>L. V. Voronin, [V. P. Nikolaenko], V. I. Struchalin</i>	14
○ Electroslag welding of forged semi ring butts from martensite steels. <i>L. V. Voronin, A. B. Malyy, Yu. V. Butenko</i>	16
○ Plasma powder cladding by stellite of tube fixing arms. <i>A. I. Som, V. Yu. Ishchenko, A. B. Malyy</i>	18
○ Vacuum brazing of details and units of gas turbine engines. <i>O. V. Havrilov</i>	20
○ Application of heat resistant material KBNKhL-2 for cladding of details of gas turbine engines. <i>A. A. Altukhov, O. V. Havrilov</i>	22
○ Cladding of copper and copper alloys on steel. <i>M. U. Buldizhova</i>	24
○ Stand for testing of gas fuel apparatus. <i>T. A. Oksen'chuk</i>	25
Our consultations	26
Technologies and equipment	
○ Mechanization of arc welding by melted electrode. <i>G. I. Lashchenko</i>	29
○ Data bank of regimes of automatic and mechanized welding. <i>V. F. Demchenko, S. S. Kozlitina</i>	32
○ Local thermal treatment of weld points of pressure vessel. <i>P. M. Korol'kov</i>	34
○ New model of welding apparatus TransPocket 1500 with device VRD	39
○ «SALEX Ltd» proposes jaw crushers of firm RETSCH. <i>E. M. Kavun</i>	40
○ High effective systems of plasma cutting of new generation of Hypertherm®. <i>V. A. Yaremchenko</i>	42
Jubilee	
○ George Goloborod'ko — 60 years	33
From history of welding	
○ Immortalizing of Nikolay Slavyanov's activity. <i>A. N. Kornienko</i>	43
Exhibitions	
○ Industry of Turkey on way of effective development: WIN — World of industry 2004	45
○ Calendar of exhibitions on 2004	46

Сварщик

Інформаційно-технічний журнал

Технології
Виробництво
Сервіс

2 (36) 2004

Журнал виходить 6 раз на рік.
Видається з квітня 1998 р.
Передплатний індекс 22405Журнал нагороджений Почесною грамотою і
Пам'ятним знаком Кабінету Міністрів України

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 (голова),
М. М. Кононов, П. О. Косенко,
М. О. Лактіонов, 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**

Є. Б. Юрлов, Т. В. Гегельський

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 Прибалтіці**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 06.04.2004. Формат 60×84 1/8.

Офсетний друк. Папір офсетний №1. Гарнітура

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

Зам. № 06/04 від 06 квітня 2004 р. Тираж 3000 прим.

Друк ТОВ «Людопринт Україна», 2004.

01023 Київ, вул. Ш. Руставелі, 39-41, к. 1012-1014.

Тел. (044) 220-0879, 227-4280.

© «Екотехнологія», «Сварщик», 2004



Сварочные тракторы с микропроцессорным регулированием параметров сварки

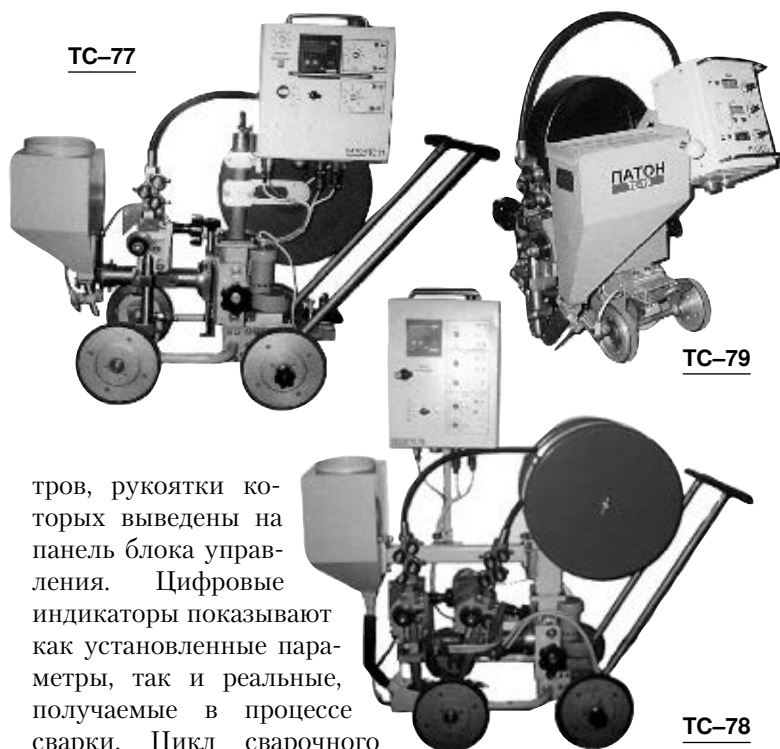
ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона, Институт электросварки и НИЦ «Дуга» разработали и начали производство трех модификаций сварочных тракторов нового поколения с микропроцессорным регулированием сварочного напряжения, скорости сварки и скорости подачи электродной проволоки.

Тракторы предназначены для высокопроизводительной сварки стыковых и угловых продольных и кольцевых швов металлоконструкций. ТС-77 выполняет сварку одной дугой как в базе, так и вне базы трактора. ТС-78 обладает повышенной производительностью, выполняет сварку в базе трактора двумя дугами. ТС-79 разработан для сварки вне базы трактора последнего шва внутри котлов, цистерн и пр. с диаметром люка не менее 500 мм.

Все тракторы оснащены лазерным указателем местоположения электродной проволоки относительно свариваемого стыка, что позволяет легко регулировать направление движения трактора до и во время сварки, в том числе при отсутствии разделки свариваемых кромок. Наличие поперечного корректора в случае необходимости дает возможность изменять местоположение конца электродной проволоки в процессе сварки.

Блок управления сварочным процессом, разработанный на современной элементной базе и обладающий оригинальной логикой, обеспечивает точное поддержание заданных параметров сварки, их цифровую индикацию, надежный поджиг дуги при любом состоянии конца электродной проволоки и поверхности изделия, при этом отпадает необходимость в зачистке конца электрода и свариваемой поверхности.

Параметры сварки устанавливаются в реальных величинах с помощью потенциометров, рукоятки которых выведены на панель блока управления. Цифровые индикаторы показывают как установленные параметры, так и реальные, получаемые в процессе сварки. Цикл сварочного процесса, обеспечивающий мягкий старт и режим заварки кратера, может быть легко перепрограммирован в соответствии с выполняемыми работами. Возможно подключение систем телевизионного наблюдения за процессом сварки и его дистанционное управление, что особенно важно при сварке внутри емкостей.



Тракторы рекомендуют использовать с источниками питания сварочной дуги производства ОЗСО: ВДУ-1202, обеспечивающим жесткую вольт-амперную характеристику с плавной регулировкой напряжения холостого хода и ограничителем тока короткого замыкания, или ТДФП-1250, позволяющим производить сварку как на постоянном, так и на переменном токе с прямоугольной формой импульса и обеспечивающим плавную регулировку наклона вольт-амперной характеристики.

● #419

В. А. Титов, канд. техн. наук,
Опытный завод сварочного оборудования ИЭС
им. Е.О. Патона НАНУ, 01042 Киев, ГСП, ул. И. Кудри, 5;
Тел. (044) 295-3538, 269-1256
E-mail: paton-ozso@ukrpost.net
URL: www.nas.gov.ua/pwj/ozso

Техническая характеристика тракторов:

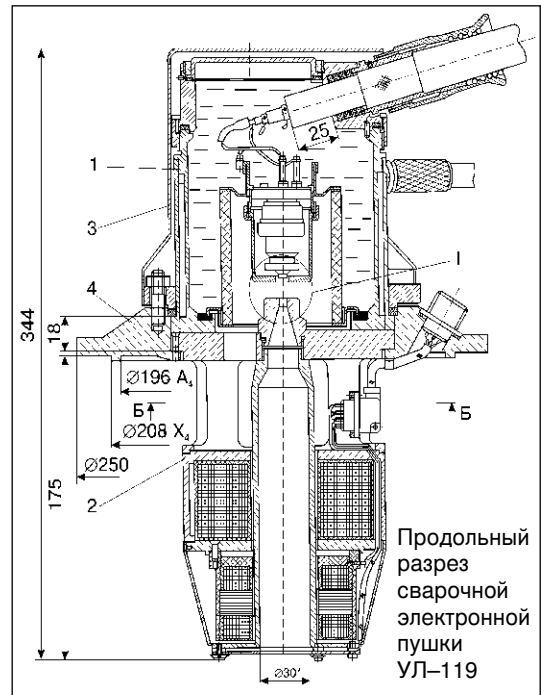
	ТС-77	ТС-78	ТС-79
Сила номинального сварочного тока (постоянный) при ПВ=100%, А	1000	1250	1000
Диаметр сварочной проволоки, мм	3-5	3-5	2-4
Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	60-360	60-360	60-650
Скорость сварки (плавное регулирование), м/ч	8-60	8-60	8-60
Корректировка положения электродной проволоки, мм:			
вертикальная	100	100	30
горизонтальная	50	80	40
Горизонтальное смещение головки, мм, не менее	50	50	50
Радиальный поворот головки, град., не менее	20	20	20
Габаритные размеры, мм	850×480×720	950×490×810	430×360×620
Масса (без флюса и сварочной проволоки), кг	74	78	49

Инженерно-техническое описание сварочных электронных пушек

Создано полное инженерно-техническое описание и инструкция по эксплуатации сварочных триодных электронных пушек с термокатодами косвенного подогрева: УЛ-119 (ускоряющее напряжение 30 кВ), ЭЛА-15, ЭЛА-30, ЭЛА-60/60 и ЭЛА-60Б (ускоряющее напряжение 60 кВ). Все электронные пушки разработаны и произведены в Украине совместно Институтом электросварки им. Е. О. Патона (Киев) и ОАО «СЭЛМИ» (Сумы).

В документе описано устройство указанных электронных пушек, специфика работы каждого элемента и узла (катода, держателя катода, подогревателя катода, анода, фокусирующей и отклоняющей систем), особенности их эксплуатации. Рассмотрены геометрия электронно-оптической системы и ее влияние на параметры электронного пучка, а также изменение параметров электронного пучка при регулировании его силы тока. Даны практические подробные рекомендации по сборке катодного узла и электронного прожектора с чертежами необходимых приспособлений, по проверке характеристик (электрических и механических, в том числе и соосности) электронной пушки после сборки или смены катода (или другого элемента), по определению степени выработки ресурса катода, по подготовке к сварке. Приведены перечень и чертежи всех быстроизнашивающихся деталей и узлов сварочных электронных пушек.

Разработанный документ (152 страницы формата А4) предназначен для инженерно-технических работников, ма-



стеров и операторов, занятых эксплуатацией, наладкой и ремонтом установок для электронно-лучевой сварки как в промышленности, так и в лабораториях. ● #420

*А. А. Кайдалов, д-р техн. наук,
Е. И. Истомин, инж., НТК «Институт
электросварки им. Е. О. Патона» (Киев)*

Средства защиты основного металла и сварочного оборудования от налипания брызг

Новое поколение средств защиты металла от налипания брызг предлагает фирма «HINTZ MARKETING» (Германия). Средство защиты металла ANTIPERL EMU № 1 предназначено для защиты поверхности основного металла от налипания брызг при дуговой ручной, механизированной и автоматической сварке. Его поставляют в аэрозольных баллонах вместимостью 400 мл и наносят на поверхность с помощью аэрозольного распылителя. ПАВ, входящее в состав аэрозоля, не токсично и не огнеопасно. Средство обеспечивает полную защиту всех видов сталей и цветных сплавов от налипания брызг. В качестве пропеллента, используемого для распыления состава, применяют сжатый воздух, поэтому состав абсолютно не огнеопасен.

Данное средство поставляют также в канистрах вместимостью 10 л. Жидкость наносят с помощью ручного распылителя-пульверизатора, которым укомплектована каждая канистра. Это удобно, если необходимо обработать большие площади свариваемого металла.

Средство защиты ANTIPERR 2000 поставляют в аэрозольных баллонах вместимостью 400 мл. Особенностью состава данного средства является то, что оно позволяет обеспечить защиту сварочного оборудования в течение рабочей смены. Также это средство весьма эффективно при

сварке нержавеющей стали, поскольку не только предотвращает прилипание брызг к поверхности, но и позволяет избежать появления цветов побежалости в ЗТВ. Несмотря на использование горючего пропеллента, средство достаточно безопасно, так как его наносят на холодное оборудование и металл до начала работы.

Многофункциональный концентрат АРК/МРС используют для обезжиривания поверхности металла перед сваркой, защиты металла от налипания брызг при дуговой ручной и механизированной сварке, а также для обеспечения временной антикоррозионной защиты сварного соединения. Удобство концентрированной формы средства защиты состоит в том, что при разведении содержимого канистры вместимостью 10 л чистой водопроводной водой в соотношении 1:4 получают 40 л рабочего раствора. При разбавлении концентрата водой в соотношении 1:100 его можно использовать как высокоэффективную охлаждающую жидкость для инструмента при обработке металла резанием. ● #421

Гельмут Хинтц (Hintz Marketing GmbH)

Промышленные маркеры для нанесения технологической маркировки

Одним из требований международных стандартов системы управления качеством ISO 9001:2000 и ISO 9001:2001 является идентификация каждого изделия, проходящего технологический цикл. Для успешного выполнения данного требования необходимо нанесение на изделия и заготовки четкой, хорошо различимой маркировки, устойчивой к механическим и термическим воздействиям, влиянию атмосферных факторов.

Применяемые для маркировки изделий средства (мел, специальные краски, бирки и этикетки из бумаги или других материалов) не соответствуют предъявляемым требованиям. Использование различных клеев и гравировки в большинстве случаев невозможно, так как при разветвлении технологического процесса порядок идентификации может меняться, что требует изменения маркировки изделий.

Сегодня проблема технологической маркировки, отвечающей требованиям международных стандартов, наиболее эффективно решается применением специальных промышленных маркеров. Маркировку можно наносить на металлические заготовки и изделия с любым состоянием поверхности (шероховатая, полированная, окисленная, промасленная). Она обладает высокой устойчивостью к абразивному, механическому воздействиям, стойкостью к перепадам температур, удаляется органическими растворителями.

Состав маркеров основан на минеральных красителях с использованием термостойкой полимерной связки.

Промышленные маркеры производства компании LACO Industrial (США) применяют в самых разных отраслях промышленности (таблица). Маркировка сохраняется на поверхности при температуре не выше 980 °С.

В сентябре 2003 г. маркеры серий «В», «М», «НТ», «К» прошли испытание в ремонтно-механических и сталелитейных цехах КГТМК «Криворожсталь». Их применяли при нанесении технологической и идентификационной маркировки на изложницы, отливки, прокат, детали механизмов, а также при разметке листового металла и заготовок. В ходе испытания маркеры получили высокую оценку специалистов предприятия.

● #422

Е. Б. Юрлов, инж., НТК «ИЭС им. Е. О. Патона»

Таблица. Промышленные маркеры производства компании LACO Industrial

Тип маркера	Наименование	Внешний вид	Область применения	Температурный диапазон, °С	Примечание
Общего назначения	MARKAL «В»	Круглый мелок диаметром 20 мм, длиной 120 мм	Маркировка изделий и заготовок при их складировании и транспортировке	-46...+66	—
Термостойкие	MARKAL «М»	То же	Маркировка изделий и заготовок, подвергаемых термообработке	-46...+66, устойчивость до +870	Комплектуется специальным металлическим держателем длиной 130 мм
	MARKAL «М-10»	« «	То же	-46...+66, устойчивость до +980	—
Высокотемпературные	MARKAL «К»	Шестигранный мелок диаметром 20 мм, длиной 120 мм	« «	+760...+1200	Комплекуются держателями длиной 120 и 330 мм
	MARKAL «Н»	Круглый мелок диаметром 10 мм, длиной 100 мм	Маркировка горячих заготовок, проката	+66...+650	
	MARKAL «НТ»	То же	То же	+121...+870	
Шариковые	DURA BALL	Тюбик с краской. Подача краски через шариковый механизм. Алюминиевый корпус	Маркировка изделий, нанесение разметки и номеров при выполнении сварочных работ	-46...+66	—
	BALL PAINT	Тюбик с краской. Подача краски через шариковый механизм. Пластиковый корпус	То же	-6...+66	—
Разметочные	Red Ritter / Silver Streak	Плоский мелок в металлическом планшете шириной 10 мм, толщиной 3 мм, длиной 100 мм	Разметка при газовой и механической резке металла	-46...+400	В комплект входят металлический держатель с кареткой и четыре запасных мелка



Роль сварочного производства в развитии газотурбостроения

Ю. Н. Бондин, Ю. В. Бутенко, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект» (Николаев)

Южный турбинный завод, ныне ГП НПКГ «Зоря»—«Машпроект», создан в начале 1950-х годов исключительно с целью разработки и серийного производства газотурбинной техники для боевых кораблей Военно-морского флота. В начале 1970-х гг. предприятию была предоставлена возможность создания и освоения серийного производства газовых турбин для перекачки природного газа и выработки электроэнергии на передвижных и стационарных электростанциях.

За 50 лет существования предприятием было освоено производство четырех поколений газотурбинных двигателей, его техникой оснащено более 460 боевых кораблей и гражданских судов, на которых в составе главных турбозубчатых агрегатов эксплуатируют 1150 двигателей и 1320 редукторов самого различного назначения. Двадцать четыре электростанции общей мощностью 1118 МВт и более 500 газоперекачивающих агрегатов общей мощностью свыше 6000 МВт оснащены газовыми турбинами, произведенными на предприятии.

В условиях глубокого экономического кризиса и конверсии, в которых оказались все предприятия военно-промышленного комплекса бывшего СССР, НПКГ «Зоря»—«Машпроект» ценой невероятных усилий по совершенствованию структуры и организации производства, созданию специальных маркетинговых, финансово-экономических и коммерческих служб, благодаря глубокому изучению потребностей внутреннего и внешнего рынков, активному вы-

ходу на внешний рынок, совершенствованию выпускаемой и освоению новых видов продукции, развитию рекламы и сервисного обслуживания, максимальному использованию всех имеющихся резервов удалось не только сохранить, но перестроить и развить свой научно-технический и производственный потенциалы.

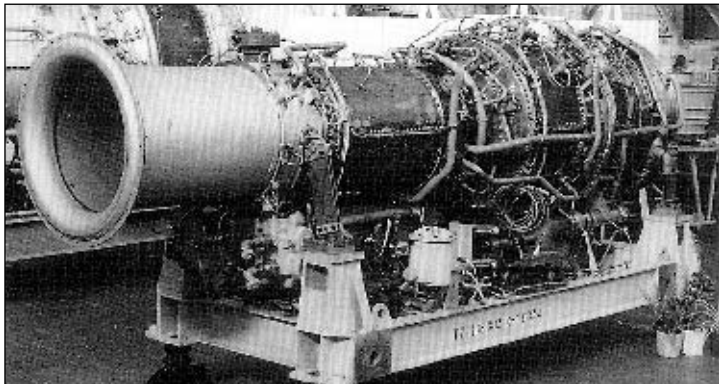
Разработки и продукция НПКГ «Зоря»—«Машпроект» в области судового газотурбостроения известны во многих странах мира и успешно конкурируют с ведущими зарубежными фирмами.

Используя накопленный научно-производственный опыт создания корабельной газотурбинной техники, сегодня в комплексе основное внимание уделяют созданию техники для гражданского применения.

Основным видом продукции НПКГ «Зоря»—«Машпроект» являются двигатели на базе газовых турбин Д071, Д090, Д080 мощностью соответственно 6, 16 и 25 МВт. Здесь продолжают освоение производства нового двигателя ДН70 мощностью 10 МВт с коэффициентом полезного действия 35% для замены морально и физически устаревших турбин такой же мощности. Ведут работы по созданию одновального двигателя мощностью 40–60 МВт, который имеет спрос на современном энергетическом рынке. Введены в эксплуатацию в России и Украине две электростанции на базе двигателя ГТД–110 мощностью 110 МВт.

При изготовлении современных газотурбинных двигателей используют различные материалы: низколегированные и высоколегированные (жаростойкие и жаропрочные) стали и сплавы, никелевые сплавы, деформируемые и литейные, в том числе дисперсионно твердеющие. Применение высоколегированных жаростойких и жаропрочных сплавов в конструкции двигателей, а также широкое использование при изготовлении двигателей сварочных процессов обусловили получение высоких технических характеристик двигателей при минимальных их массогабаритных характеристиках.

Газо-турбинный двигатель ДТ–71



Предприятие освоило широкий спектр сварочных и родственных процессов и с успехом использует их в производстве.

Термическая резка. Для листового проката используют газовую, плазменную либо лазерную резку. Для листов толщиной до 8 мм из любых сталей и сплавов, в том числе из цветных металлов, применяют лазерную резку, свыше 8 мм — газовую либо плазменную. Газовую и плазменную резку выполняют на модернизированных машинах «Кристалл-2,5 ТПЛ» по специально разрабатываемым программам, лазерную — лазерным комплексом «Бистар-3015-3» швейцарской фирмы «Бистроник». Точность лазерной резки деталей составляет 0,2 мм, что позволяет изготавливать детали сложной формы без последующей их механической обработки. Однако и при лазерной резке окисляется торец вырезаемой детали, поэтому для сварных узлов требуется зачистка кромок.

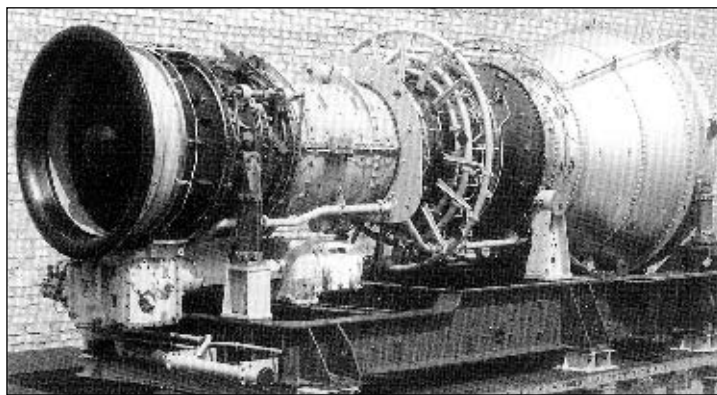
Номенклатура вырезаемых лазерным комплексом деталей и их объемы выросли значительно, и это предопределило необходимость приобретения второго, аналогичного лазерного комплекса.

Для резки небольших деталей применяют ручные ацетиленокислородные резаки и плазморезы. На заготовительном участке эксплуатируют ручные плазморезы собственного изготовления, а для отрезки прибылей уже много лет используют специализированную плазменную установку, которая разработана и изготовлена собственными силами.

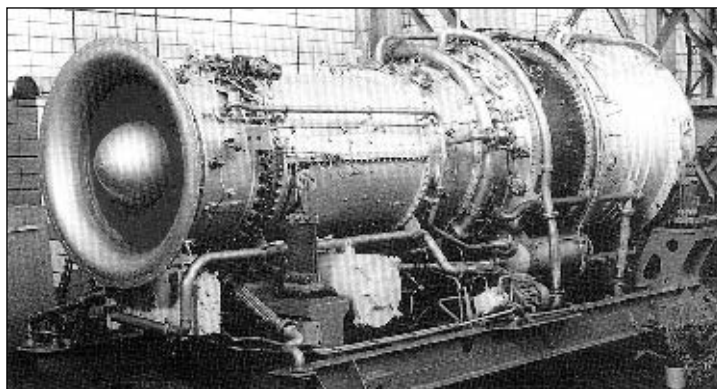
Дуговая сварка. На предприятии широко используют ручную сварку покрытыми электродами, механизированную и автоматическую плавящимся электродом, ручную аргонодуговую, а также электрошлаковую сварку.

Ручную сварку покрытыми электродами применяют в основном при изготовлении конструкций газоотводов, траверс, наплавки штампов, при исправлении дефектов литья и заготовок. Сварку осуществляют электродами УОНИ-13/45, НИАТ-1, ОЗЛ-25Б, ОЗЛ-44, 48Н42, ОЗЛ-46, ЭН-60М и др., а так же ОК63.30 и ОК68.25 шведской фирмы «ESAB».

Наибольшее распространение получила механизированная сварка проволокой сплошного сечения и порошковыми проволоками в защитных газах. Используют при этом как отечественное сварочное оборудование (полуавтомат «Гранит-3У3»



Газотурбинный двигатель ДН-80



Газотурбинный двигатель ДГ-90

с источниками питания ВДУ-506, ВС-300Б, ВС-602), так и импортное (фирмы «ESAB» — «Aristo-500» и «Компакт-200»). Конструкции из углеродистых сталей (редукторы, контейнеры и др.) сваривают проволокой Св-08Г2С как в CO_2 , так и в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$. Бобышки, платики, косынки и т. п. на узлах из сталей аустенитного класса типа 12X18H10T выполняют на сварочной установке «Aristo-500» с использованием порошковой проволоки ОК-Tubrod 14.31. Для сварки колец спрямляющих аппаратов (входят в состав компрессоров) из сталей мартенситного класса используют порошковую проволоку PZ-6166 диаметром 1,2 мм и смесь защитных газов Ar (98%) + CO_2 (2%). Использование порошковой проволоки и инверторных сварочных установок «Aristo-500» резко улучшило качество сварных соединений и внешний вид сварных швов. Ручную аргонодуговую сварку применяют во всех случаях, когда необходимо получать сварные швы небольших размеров и практически без дефектов. Это — сварка трубопроводов обвязки, горелочных устройств, наплавка упрочняющих слоев, заварка дефектов литья и многое другое. В данных процессах используют сварочную проволоку: Св-10ГН, Св-06X19H10T, Св-ЭП-609, Св-ЭИ-602,

Св-ЭП-533 и ЭП-648. Широко развита также сварка узлов из цветных металлов и их сплавов, а также титановых сплавов.

Для сварки статорных узлов толщиной до 8 мм деталей из сталей и сплавов различных классов предназначены два автомата колонного типа MKR-300 фирмы «ESAB», обеспечивающие сварку узлов без разделки кромок и без подачи присадочной проволоки. Качество сварных узлов удовлетворяет предъявляемым требованиям.

Стыки колец с максимальным сечением 130×130 мм соединяют с помощью электрошлаковой сварки. Соответствующая установка изготовлена силами предприятия. Разработана технология сварки таких стыков колец из углеродистой и низколегированной сталей, мартенситных сталей, а также аустенитной 12X18H10T. Качество сварных швов практически не отличается от основного металла. Разработанная технология электрошлаковой сварки стыков колец позволила сократить закупку раскатных колец по кооперации.

Контактная сварка. Объемы применения контактной сварки несоизмеримо

меньше, чем дуговой, однако она помогает решать специфические задачи. Для прихватки сеток фильтров различного назначения, сотовых уплотнений, металлокерамики и некоторых других деталей разработана и изготовлена партия малогабаритных машин «Искра» для контактной сварки, которые с успехом эксплуатируют в цехах комплекса. Стыковую сварку используют в инструментальном производстве при изготовлении сверл, фрез и другого металлообрабатывающего инструмента, роликовую и точечную — при изготовлении тонкостенных конструкций различного назначения.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) получила наиболее широкое распространение при изготовлении статорных и роторных узлов. Это обусловлено прежде всего тем, что ЭЛС сочетает в себе высококонцентрированный источник нагрева и наиболее совершенное средство защиты расплавленного металла — вакуум. Указанные особенности ЭЛС позволяют сваривать с минимальными деформациями легированные, аустенитные, мартенситные, никелевые, титановые стали и сплавы толщиной до 100 мм без разделки кромок и без подачи присадочной проволоки.

Участки ЭЛС созданы при сотрудничестве с Институтом электросварки им. Е. О. Патона в опытном и серийном производствах. Вакуумные камеры и механизмы перемещения разработаны и изготовлены силами НПКГ. Для генерации электронного пучка использованы энергоблоки У-250А, ЭЛА-15, ЭЛА-30, ЭЛА-60/60, ЭЛА-60Б. Создан типоразмерный ряд установок, позволяющих обеспечить сварку статорных узлов от пакетов лопаток до крупногабаритных узлов диаметром 3,5 м, а также валов и барабанов роторов.

Участок серийного производства оснащен устройством «Проток-10» для размагничивания узлов перед сваркой и необходимой контрольно-измерительной аппаратурой. Оба участка расположены в непосредственной близости друг от друга, что помогает оперативно решать возникающие проблемы.

В настоящее время ЭЛС обеспечивает около 70% объема сварочных работ на узлах ГТД и без нее уже немислимо изготовление этих двигателей.

Пайка. Для изготовления некоторых узлов газотурбинных двигателей необходимы материалы, сочетающие высокую прочность и пластичность, жаропрочность и жаростойкость, горячую твердость и термо-

Механизованная сварка плавящимся электродом



Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

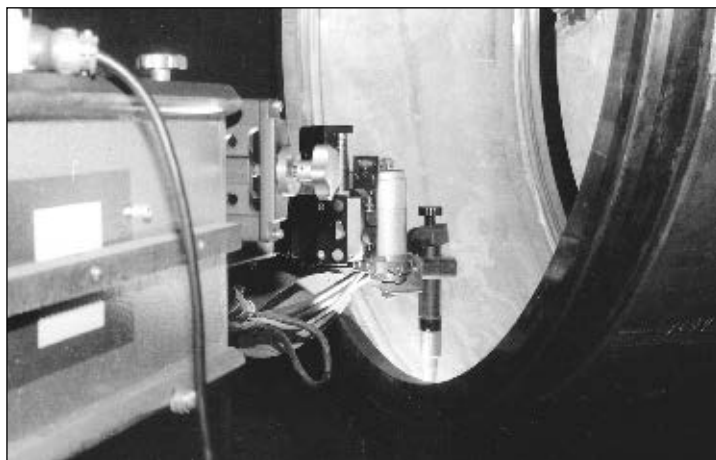
стойкость в условиях эксплуатации, близких к предельным. Удовлетворить все эти требования в одном материале невозможно. Поэтому разрабатывают изделия, отдельные части которых состоят из различных материалов, наиболее полно удовлетворяющих условиям эксплуатации. Соединить эти разнородные материалы в одно изделие возможно с использованием технологии вакуумной пайки либо пайки в муфеле с проточным аргоном.

Комплексом освоена технология вакуумной пайки воздушных и топливных фильтров, клеммников, сотовых и металло-керамических уплотнений, лопаток спрямляющих аппаратов в пакеты, обойм, корпусов воспламенителей, штуцеров горелочных устройств и многого другого. Отличные результаты получены при исправлении пайкой дефектов литья из жаропрочных никелевых сплавов.

В производстве используют высокотемпературный порошковый припой ВПр11-40Н и припой НС-12, НС-12А (собственного изготовления). Кроме порошковых припоев применяют фольгированные ВПр-4 и ВПр-7. Температура пайки для различных припоев составляет 1050–1180 °С.

Как в основном производстве, так и в опытных созданы специализированные участки, обеспеченные необходимым вакуумным оборудованием, приспособлениями и оснасткой.

Охрана труда. Для защиты сварщиков от вредного воздействия сварочного аэрозоля и светового воздействия дуги используют защитные маски фирмы «ESAB» со светофильтрами типа «хамелеон», укомплектованные автономной системой подачи чистого воздуха в зону дыхания сварщика. Они полностью предохраняют сварщика и этим облегчают его работу.



Кроме защитных масок применяют и передвижные фильтровентиляционные агрегаты фирмы «Совплим».

Кадры. Комплекс имеет соответствующую лицензию на подготовку сварщиков. Техническое обучение проходят в специализированных учебных классах, оснащенных необходимыми наглядными пособиями и экспонатами. Практическое обучение происходит в сварочной мастерской под руководством опытных мастеров производственного обучения. Аттестацию сварщики проходят один раз в два года в соответствии с европейскими нормами EN287-1, а также государственным стандартом ДНАОП 0.00-1.16-96. Все инженерно-технические работники (технологи, мастера, начальники участков, контрольный аппарат) один раз в три года проходят аттестацию на допуск к руководству сборочно-сварочными работами и контролю за их выполнением.

Сегодня сварочное производство ГП НПКГ «Зоря»—«Машпроект» — высокотехнологичный организм, который способен решать любые технические задачи при создании новых изделий газотурбостроения.

Автоматическая сварка кольцевых швов неплавящимся электродом

● #423

Внимание специалистов!

Ассоциация «Электрод» и ОАО «Днепрометиз» при поддержке Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Межгосударственного Совета по сварке и родственным технологиям, Общества сварщиков Украины, Российского научно-технического сварочного общества проводит

3-ю Международную конференцию «Сварочные материалы. Разработка. Технология. Производство. Качество» (1–4 июня 2004 г., Днепропетровск).

Приглашаем принять участие в работе конференции руководителей, ведущих специалистов, научных сотрудников и инженерно-технических работников организаций и предприятий, занятых в создании сварочных материалов и технологий их производства, разработчиков и изготовителей технологического оборудования, поставщиков сырьевых материалов, производителей и потребителей сварочных материалов.

Справки по тел./факс: (+38044) 227-7235. **Игнатченко Павел Васильевич**

Электронно-лучевая сварка в НПКГ «Зоря»—«Машпроект»

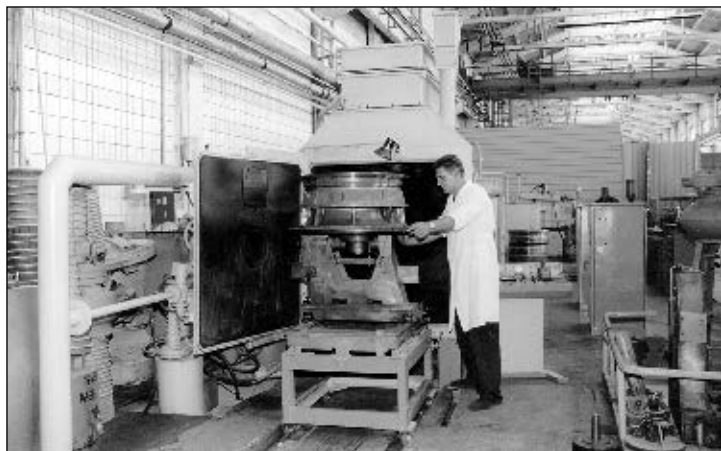
В. А. Лобанов, В. П. Николаенко, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект» (Николаев), А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» (Киев)

Анализ существующих конструктивных решений и технологий производства газотурбинных двигателей (ГТД) показал, что одним из главных путей повышения технологичности конструкций, коэффициента использования металла, снижения трудоемкости и энергоемкости изготовления изделий является широкое внедрение сварных конструкций.

В газотурбостроении применяют широкий ассортимент конструкционных материалов, что требует использования различных способов сварки.

Основные проблемы, возникающие при сварке жаропрочных сплавов (ЭИ-445Р, ЭП-708), связаны с обеспечением стойкости металла шва и зоны термического влияния (ЗТВ) к кристаллизационным трещинам, а также с обеспечением жаростойкости и жаропрочности сварных соединений. При сварке дисперсионно-твердеющих сверхжаропрочных литейных сплавов ЭП-539ЛМ, ЭК-9 опасными дефектами являются также холодные трещины. Одним из наиболее эффективных средств предотвращения трещин в металле шва и в зоне термического влияния является снижение погонной энергии сварки за счет получения узких швов с глубоким проплавлением. Этого можно достигнуть только за счет применения для сварки высококонцентрированных источников энергии.

Рис. 1.
Установка
У-570М



Жаропрочные никелевые, а также титановые сплавы, имеют ряд элементов, активно взаимодействующих с кислородом, содержащимся в воздухе. Поэтому сварку плавлением следует вести при надежной защите сварочной ванны от взаимодействия с воздухом. Наиболее экономичным и совершенным средством защиты сварочной ванны является вакуум.

Применение для сварки электронного пучка как высококонцентрированного источника энергии позволяет решить проблему как трещиностойкости, так и защиты сварочной ванны, поскольку процесс электронно-лучевой сварки (ЭЛС) осуществляется в вакууме (давление остаточной воздушной среды 10^{-3} Па).

Исследования, проведенные в 1970–1975 гг. НПКГ «Зоря»—«Машпроект» совместно с ИЭС им. Е. О. Патона, подтвердили, что ЭЛС является наиболее надежным и экономичным способом соединения сталей и сплавов, применяемых в ГТД второго и третьего поколений.

Наличие ЭЛС в технологии изготовления ГТД позволило проектантам газовых турбин разработать и внедрить в серийное производство ряд принципиально новых сварных конструкций: роторы КНД, КВД, шестерни центральных приводов, валы ТКВД из материалов ВТЗ-1, ВТ-8, ВТ-9, ЭП-609, ЭП-517.

Электронно-лучевая сварка образцов и ряда серийных деталей ГТД впервые на предприятии была осуществлена в октябре 1972 г. Сварку выполняли на установке У-570, оснащенной высоковольтным источником питания У-250А и электронной пушкой У-530М. По мере освоения и расширения номенклатуры сварных конструкций ГТД возникла необходимость в создании еще двух модернизированных установок, изготовление которых было закончено в 1976 г. (рис. 1).

Работу проводили в тесном сотрудничестве с ИЭС им. Е. О. Патона, который ока-

зывал помощь в комплектовании сварочных установок, а также выполнял исследования свариваемости различных материалов, обеспечивал нормативной документацией. К 1980 г. количество изделий, свариваемых электронно-лучевой сваркой на трех установках, достигло 4 тыс. шт. в год.

Создание нового базового газотурбинного двигателя М-90, а также дальнейшее внедрение технологии ЭЛС узлов двигателей второго поколения потребовало разработки крупногабаритной установки. Для серийного выпуска этих двигателей в 1985 г. была введена в строй установка ЗАРЯ-60 (рис. 2) с габаритными размерами 2500×2800×3000 мм. Вакуумная система установки, состоящая из форвакуумных насосов НВЗ-300, АВЗ-125Д (2 шт.), двух бустерных насосов НВБМ-2,5 и двух паромасляных насосов ПОВ 900/9000, обеспечивает разрежение в камере $5 \cdot 10^{-3}$ Па. Установка оснащена двумя комплектами сварочной аппаратуры (ЭЛА-60/60 и ЭЛА-30), двумя линиями вакуумных систем, двумя механизмами перемещения электронных пушек, что значительно повышает «живучесть» установки в случае выхода из строя одного из перечисленных комплектов.

Удачное сочетание конструкций механизмов перемещения электронной пушки и сварочных манипуляторов с широкими возможностями аппаратуры ЭЛА-60/60, ЭЛА-30 и систем управления лучом позволило освоить на установке сварку практически всех крупногабаритных узлов.

Применение новых материалов (ЭП-609Ш, ЭП-866, ЭП-517) для узлов с большой толщиной стенок потребовало коренным образом пересмотреть технологические приемы ЭЛС. Совместно с ИЭС им. Е. О. Патона были проведены работы по созданию, освоению и внедрению систем управления лучом СУ-165, СУ-229, СУ-259. В производство был внедрен новый технологический процесс — электронно-лучевая сварка горизонтально расположенной пушкой с вращением электронного пучка по заданной программе. Все это позволило решить проблемы сварки узлов с толщиной стенок до 50 мм (рис. 3).

В конструкциях ГТД есть ряд малогабаритных узлов и деталей (жаровые трубы, храповики, конические шестерни и др.), которые сваривают большими партиями. Для этой цели были созданы специализированные установки УСЖТ-1 (рис. 4) и УСЖТ-2, представляющие собой прямо-

Техническая характеристика установки ЗАРЯ-60:

Мощность электронно-лучевой аппаратуры (полезная), кВт:

ЭЛА-60/60 60

ЭЛА-30 30

Диаметр свариваемых узлов, мм 2000–2200

Толщина свариваемых узлов, мм 2–100

Скорость сварки, м/ч 8–50

Количество степеней подвижности электронной пушки:

ЭЛА-60/60 4

ЭЛА-30 3

Продольный ход электронной пушки ЭЛА-60/60, мм . . . 1200

Вертикальный ход электронной пушки ЭЛА-30, мм . . . 1700

Положение планшайбы, град. 0–90

Количество сменных планшайб Ø 600–2200 мм, шт. 5

Объем сварочной камеры, м³ 27

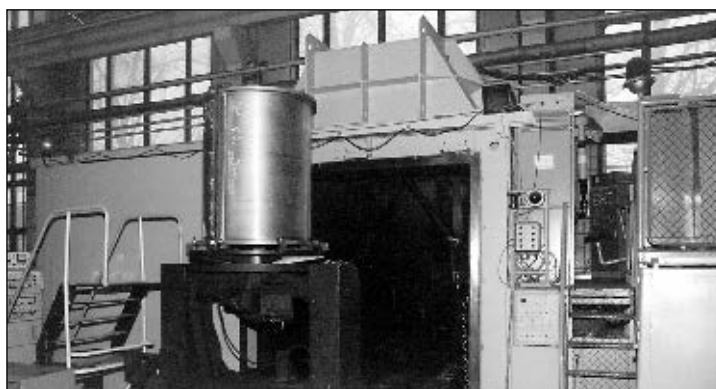


Рис. 2. Установка ЗАРЯ-60

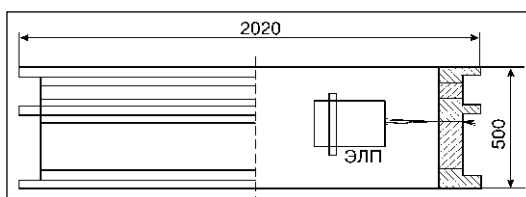


Рис. 3. Пример сварки горизонтальной электронной пушкой узла А80040217 толщиной 46 мм

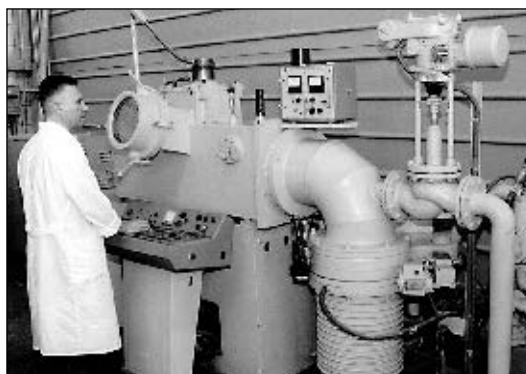


Рис. 4. Установка УСЖТ-1

угольную вакуумную камеру с объемом 0,25 м³ и стационарно установленной электронной пушкой. Внутри камеры размещен сварочный стол, перемещающийся вдоль камеры на 500 мм, на котором смонтирован механизм вращения деталей.

Жаровые трубы из сплава ЭИ-602 двигателей второго поколения (толщина

Рис. 5.
Жаровая труба (сплав ЭИ-602, $\delta=2,5$ мм) с пятью кольцевыми швами, выполненными ЭЛС



Рис. 6.
Пакет лопаток соплового аппарата I ступени (ЭК-9Л), ЭЛС по малой полке

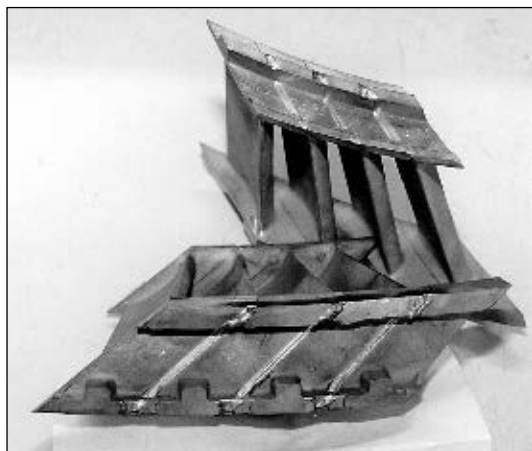


Рис. 7.
Пакет лопаток соплового аппарата II ступени (ЭК-9Л), ЭЛС по большей полке

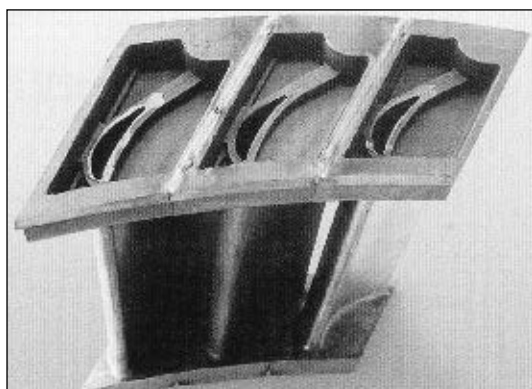
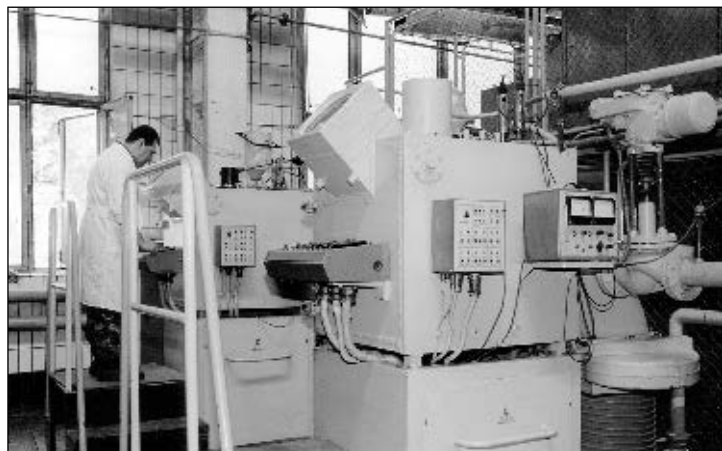


Рис. 8.
Установка УСПЛ-30-1



стенки $\delta=2,5$ мм) и из сплава ВЖ-98 двигателей третьего поколения (толщина стенки $\delta=1,5$ мм) являются одним из самых напряженных элементов, так как работают в условиях воздействия высоких термических и вибрационных нагрузок и определяют ресурс жарового узла. Попытки выполнять соединения аргодуговой сваркой (АДС) не привели к успеху, так как в корне шва образовывалась хрупкая пленка, способствующая возникновению продольных трещин. Исследования нахлесточных соединений тонкостенных обечаек, выполненных ЭЛС, показали ее эффективность. Был разработан способ ЭЛС жаровых труб с применением развертки электронного пучка специально созданным генератором. Подбором амплитуды, частоты и скважности колебаний электронного пучка удалось получить равномерное проплавление в нахлесточном соединении обечаек жаровой трубы шириной до 8 мм (рис. 5).

Микроструктура границ сплавления обечаек не имеет окисной пленки и других дефектов сварки. На макрошлифах поперечного сечения шва видно, что при электронно-лучевой сварке ЗТВ составляет 1,5–2,5 мм, тогда как при АДС она равна 10–12 мм. Ширина теплового контакта нахлесточного соединения увеличилась в 2–3 раза. ЭЛС жаровых труб позволила увеличить срок службы изделий в 4–6 раз.

Силовые лопатки ГТД работают в особенно тяжелых условиях и испытывают воздействие термических и динамических нагрузок, изгибающего и крутящего моментов, а также воздействие солевой и сульфидной коррозии, подвержены эрозионному изнашиванию. Получить качественные соединения сплавов ЭП-539ЛМ, ЧС-70Л, ЭК9Л, ЧС-104, применяемых для сопловых лопаток корабельных газовых турбин, дугowymi способами сварки не представлялось возможным из-за их низкой технологической прочности.

На основании экспериментальных исследований были определены пути повышения технологической прочности и основные условия получения бездефектных сварных швов пакетов лопаток сопловых аппаратов из сплавов ЭП539ЛМ, ЭК9Л и др. с использованием ЭЛС на форсированных режимах с применением модуляции электронного пучка (рис. 6, 7). Проведенные на двигателях испытания показали высокую надежность сварных соединений пакетов лопаток сопловых аппаратов.

Для выполнения программы по ЭЛС пакетов лопаток были изготовлены две специализированные установки УСПЛ-30-1 и УСПЛ-30-2 (рис. 8). Конструктивно сварочные камеры установок имеют форму куба объемом 0,22 м³ со стационарно расположенной электронной пушкой. В камере расположен манипулятор, который кроме трех перемещений пакета лопаток (одно рабочее и два вспомогательных) осуществляет вращение пакета вокруг оси манипулятора, что позволяет выполнять сварку пакета по большой и малой полкам за одну откачку камеры. С целью рационального использования аппаратуры на двух установках УСПЛ используют один комплект источника питания У-250А, работающий поочередно с электронной пушкой каждой установки. Коммутацию пушки, подключенной в данный момент к источнику питания У-250А, производят специально разработанным 60-контактным переключателем с дистанционным управлением блоком высоковольтного переключателя.

Роторы компрессоров низкого давления (КНД) и компрессоров высокого давления (КВД), работающие при высоких оборотах (20 000 об/мин) и давлениях, являются особо ответственными узлами компрессоров. Сварная конструкция ротора, не имеющая закрытых полостей в осевом направлении, в которой диски не соединены штифтами, а сварены с помощью ЭЛС, более надежна в эксплуатации и технологична в изготовлении. Так как диски на сварку поступают с окончательно обработанными пазами, то трудность изготовления ротора заключалась в получении после сварки минимального радиального и торцевого биения узла, не превышающего 0,3 мм. Для получения требуемых размеров узла сварку и последующую термофиксацию роторов производят в специально разработанных приспособлениях, жестко фиксирующих каждый диск по внутренним диаметрам полотен. Соединение дисков выполняют на центрирующей подложке толщиной 5–8 мм. После сварки узел подвергают термообработке для снятия внутренних напряжений и улучшения пластических свойств сварных соединений, а подложку срезают для удаления дефектов в корне шва.

Создание цельносварных роторов газовых турбин из титановых сплавов ВТ3-1, ВТ-8, ВТ-9 и сплавов ЭП-609, ЭП-517 способом ЭЛС (рис. 9, 10) можно считать крупным достижением сварочной техники.

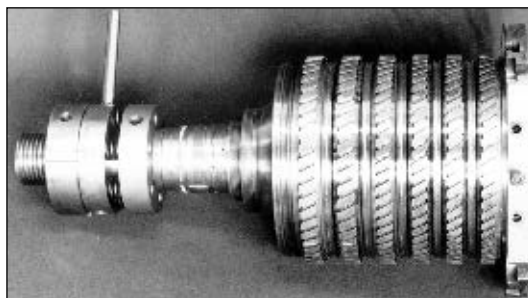


Рис. 9. Цельно-сварной ротор КВД (титановый сплав ВТ3-1)

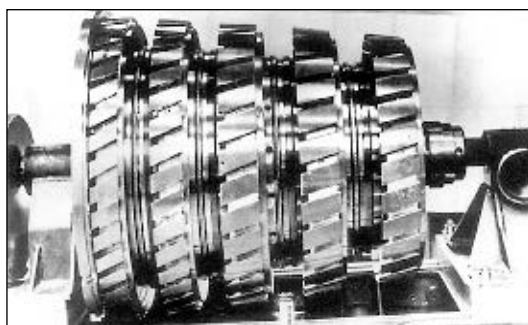
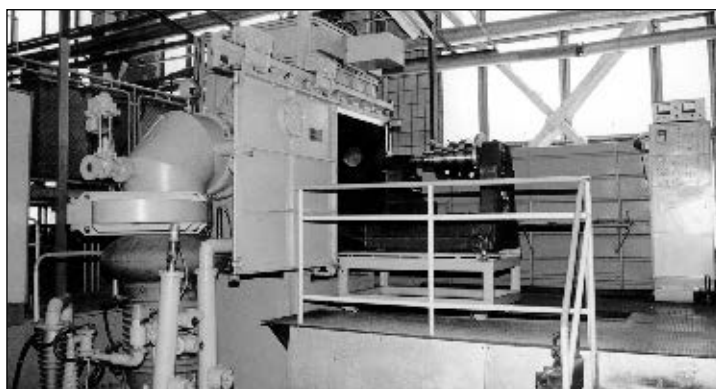


Рис. 10. Цельно-сварной ротор КНД (сплав ЭП-609)



Испытания сварных роторов, проведенные на стендах и двигателях, показали их высокую работоспособность.

Высокие требования, предъявляемые к качеству швов узлов первой категории, потребовали создания универсальной установки УЛС-1М для ЭЛС барабанов, валов, цапф (рис. 11). Установка оснащена электронно-лучевой сварочной аппаратурой ЭЛА-60/60 с системой защиты от высоковольтных пробоев. Специально разработанные механизмы перемещения электронной пушки позволяют производить сварку с высокой точностью позиционирования, максимально используя объем камеры. Конструкция камеры в виде куба с удлинительной трубой (450×450×1400 мм) позволяет сваривать валы длиной до 2600 мм при минимальном объеме сварочной камеры. Вакуумная система обеспечивает разрежение в камере $5 \cdot 10^{-3}$ Па.

Электронно-лучевая сварка нашла широкое применение при ремонте узлов изде-

Рис. 11. Установка УЛС-1М

(Окончание на стр. 23)

Внедрение процессов лазерной обработки в НПКГ «Зоря»—«Машпроект»

Л. В. Воронин, В. П. Николаенко, В. И. Стручалин, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект» (Николаев)

Непрерывное освоение новых модификаций газотурбинных двигателей заставляло инженеров-сварщиков предприятия искать прогрессивные, более производительные способы сварки для изготовления деталей и узлов. Появившаяся в середине 1970-х годов информация о первых промышленных установках для лазерной обработки металлов привлекла внимание тем, что лазерное излучение как источник локального термического воздействия с большой удельной мощностью можно применять для сварки, резки и упрочнения. Кроме того, процесс лазерной обработки металлов характеризуют незначительные деформации, отсутствие изменения геометрических размеров и высокая чистота обработанной поверхности.

В 1981 г. была приобретена установка «Квант-16» для упрочнения закаливаемых поверхностей под воздействием импульсного лазерного облучения металла. Освоение и внедрение этой установки для упрочнения рабочих кромок штампов холодной обработки и штампов для вырубки деталей кронштейнов сельхозмашин (рис. 1) увеличило их стойкость в 1,5–2 раза. Однако опыт эксплуатации установки выявил и существенные ее недостатки — очень малый срок службы ламп импульсной накачки, быструю разбюстировку оптического тракта и большую утомляемость оператора от импульсной работы ламп.

Вскоре на смену «Квант-16» была приобретена лазерная установка «Квант-18» с большей мощностью накачки, для которой был изготовлен специализированный суп-

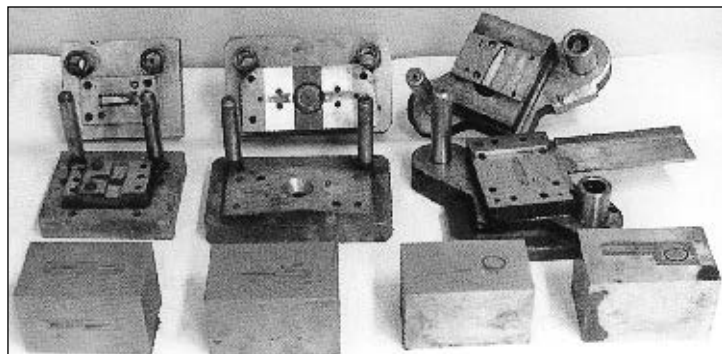
порт СТР-125 на шаговом приводе, что позволило выполнять упрочнение рабочих кромок штампов с программным управлением их перемещения.

Одновременно были приобретены более совершенные и более мощные лазеры ЛТН-102, затем ЛТН-103, работающие на стержнях из алюминидо-иттриевого граната (АИГ). В результате удалось увеличить выходную мощность лазерного луча, а главное — получить непрерывное излучение. Разработали технику и технологию резки тонколистовых материалов (стали 1Х18Н10Т толщиной 0,1–0,2 мм, паронита толщиной 0,2–1,0 мм), а также термическое сверление отверстий диаметром 0,2–0,4 мм.

В 1984 г. приступили к созданию специализированного участка лазерной обработки. Для лазерного упрочнения кромок штампов использовали две установки «Квант-18», для резки тонколистовых материалов — лазер ЛТН-103 на базе фрезерного станка 654Ф с системой ЧПУ «Луч-22». Также была создана автоматическая система охлаждения лазеров для автономной работы обеих установок. Ввод в эксплуатацию этого участка в 1985 г. позволил расширить два «узких места», уменьшить объем ручного труда при изготовлении паронитовых прокладок сложной конфигурации, а также решить вопрос сверления лазерным лучом отверстий малого диаметра (0,2–0,6 мм) на шайбах для жиклеров с последующей калибровкой их сверлами, что существенно уменьшило потребность в приобретении дефицитных сверл очень малых диаметров. К 1986 г. участок уже мог обеспечить вырезку примерно 1100 прокладок и шайб и сверление примерно 1600 жиклеров в год, а также упрочнение рабочих кромок нескольких десятков штампов холодной штамповки.

В результате ввода в эксплуатацию в 1993 г. комплекса ТЛУ-1000 «Хебр» резко увеличились объем и номенклатура выре-

Рис. 1. Внешний вид штампов, упрочняемых лазерным лучом

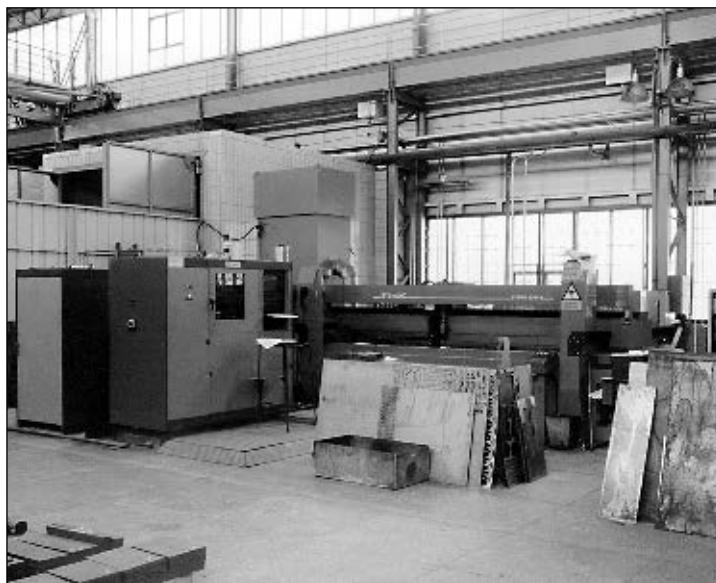


заемых деталей сложной конфигурации из листового металла размером 1×2 м (панели электрооборудования, стопорные кольца, сектора кожухов, крупногабаритные секции маслобаков и др.).

Эксплуатация ТЛУ-1000 «Хебр», несмотря на наличие ряда недостатков, доказала целесообразность применения лазеров для вырезки из листового металла деталей самой сложной конфигурации, вместо ручного слесарного труда по разметке, сверлению и вырезке, а в ряде случаев и вместо токарной и фрезерной обработки. Применяя лазерный раскрой листов с системой ЧПУ, получают рациональное использование площади листа за счет уплотнения расположения деталей на карте раскроя, хорошую чистоту кромок, малые деформации и высокую производительность при резке, заметное снижение производственных затрат.

Поэтому появилась необходимость в приобретении еще более совершенной и производительной установки. Был приобретен комплекс «Бистар-3015-3» для лазерной резки (фирма «Бистроник», Швейцария). Комплекс (рис. 2) состоит из СО₂-лазера выходной мощностью 3 кВт с высокочастотной накачкой, портала с высокоскоростными приводами, двух рабочих сменных столов для листов размером 1,5×3 м, компьютерного блока управления за процессом резки и слежения за составом рабочей смеси, блока газовых баллонов для создания рабочей смеси, блока охлаждения лазера с автоматическим поддержанием заданной температуры, блока отсоса из зоны резки аэрозолей и возвращения очищенного воздуха обратно в помещение, блока загрузки и снятия листов. Имеется еще и блок вырезки фигурных отверстий на трубах диаметром до 200 мм.

Результаты работы комплекса доказали его превосходство по сравнению с ТЛУ-1000: блестящие кромки реза, ширина реза до 0,5 мм, скорость резки несравнимо больше, толщина разрезаемого металла до 10 мм. Началась работа по подбору и переводу новой номенклатуры деталей, по освоению техники работы программиста и оператора. Участок оснастили дополнительными устройствами для облегчения работ, оборудовали места хранения кислородных баллонов и баллонов для составления рабочей смеси. Смонтировали пост для микроплазменной обрезки отходов листов



на более мелкие фракции, изготовили приспособление для местного отсоса при резке объемных шкафов электрооборудования, сделан запас сменных планок рабочих столов и пр.

В настоящее время работа на установке «Бистар-3015-3» настолько освоена и производительна, что фактически отпала необходимость использования установок ТЛУ-1000 «Хебр» и ЛТН-103. Номенклатуру вырезаемых изделий уже исчисляют многими тысячами наименований. Вырезанные лазером высокочистые заготовки не требуют слесарной обработки, разметки, сверления, фрезерной и токарной обработки. Лазерная вырезка деталей прочно утвердилась на производстве. ● #425

Рис. 2. Комплекс лазерной резки «Бистар-3015-3»

ЗАО «ПРОМЕТЕЙ-ФЕРРОМЕТ»

<http://www.ferromet.spb.ru/> (812) 118-51-89
(812) 112-71-28

✓ *повышенная
хладостойкость шва!*

ПРОИЗВОДИМ
И ПОСТАВЛЯЕМ
КЕРАМИЧЕСКИЙ АГЛОМЕРИРОВАННЫЙ
ФЛЮС 48 АФ 51
ТУ 5.965-11-98
(АНАЛОГ ОК FLUX 10.71 ПР-ВА ESAB)

СЕРТИФИКАТ Российского Морского Регистра № 98.208.010

Электрошлаковая сварка стыков кованых полуколец из мартенситных сталей

Л. В. Воронин, А. Б. Малый, Ю. В. Бутенко, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря» — «Машпроект» (Николаев)

Современное энергетическое машиностроение невозможно без использования высоколегированных сталей и сплавов на основе железа и никеля. Необходимость их применения обусловлена высокими прочностными и коррозионными свойствами этих материалов.

Продукция, выпускаемая НПКГ «Зоря» — «Машпроект», не исключение. Кольца спрямляющих аппаратов, фланцы КНД, КВД и др., изготавливают из сталей мартенситно-ферритного класса. Первоначально они представляют собой два кованых полукольца 40...80×60...120 мм. Полукольца соединяют в кольцо сваркой, после чего выполняют механическую обработку до нужного размера (рис. 1).

Практически все узлы, в которых использованы кольца, работают в нагруженном состоянии при повышенных температурах. Поэтому сварные соединения полуколец должны обладать эксплуатационными свойствами не ниже уровня основного металла, а к их качеству предъявляют высокие требования.

До недавнего времени для сварки полуколец из сталей 20X13, ЭП-609Ш, ЭИ-961Ш и др. применяли механизированную сварку в среде углекислого газа ванным методом, для сталей и сплавов аустенитно-ферритного классов (12X18H10T, ЭИ-703, ВЖ-98 и др.) — механизированную сварку в среде аргона валиковым ме-

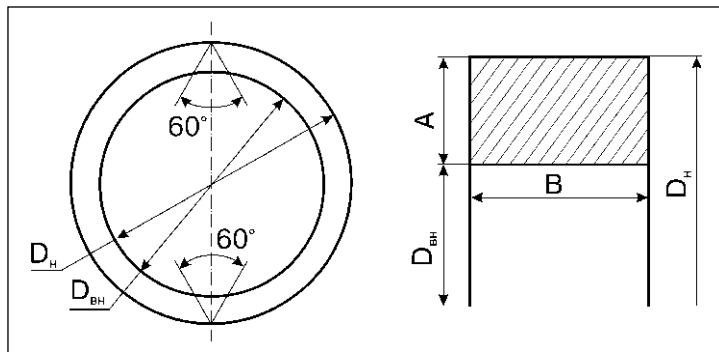
тодом. Каждый из этих методов имеет серьезные недостатки. Для ванного — характерно низкое качество сварных соединений (трещины, поры, шлаковые включения), что вызывает необходимость многократных исправлений. Для валикового — низкая производительность, так как одним из условий получения качественного сварного соединения является остывание шва до температуры ниже 80 °С после каждого прохода. Причем этот метод сварки также не является абсолютно бездефектным.

Неоднократное исправление дефектов удлиняет технологический цикл и увеличивает затраты на изготовление детали. С целью повышения качества сварных соединений кованых полуколец на предприятии внедрена электрошлаковая сварка проволочным электродом. Как известно, этот способ имеет следующие преимущества по сравнению с дуговыми способами сварки:

- высокое качество сварных соединений, обусловленное интенсивным протеканием металлургических реакций между металлом сварочной ванны и жидким шлаком, а также надежной защитой расплавленного металла от контакта с воздухом;
- возможность сваривания металла большей толщины за один проход.

Однако ряд особенностей электрошлаковой сварки не позволял ранее применить данную технологию из-за необходимости выполнения определенных условий: создавать технологический «карман» для начала электрошлакового процесса, так как на этом этапе возможно образование дефектов (несплавления, шлаковые включения); устанавливать выводные пластины для наварки «прибыли» в конце сварки, поскольку на этом этапе возможно образование глубокой усадочной рыхлости и трещин; применять медные, водоохлаждаемые пластины для формирования боковой поверхности шва, так как поверхность полуколец

Рис. 1. Сварочное соединение полуколец с последующей механической обработкой до нужного размера



послековки имеет большие неровности, вследствие чего возможно вытекание шлака и жидкого металла.

В результате поисковой работы удалось разработать технологический прием, который обеспечивает гарантированное сплавление кромок без использования «кармана» предварительным подогревом стыка до температуры 500–600 °С. Этим же приемом можно выполнять сварку металла толщиной до 125 мм одноэлектродной головкой.

Устранение усадочной рыхлости в конце сварки достигнуто благодаря операции, аналогичной заварке «кратера» при дуговой сварке. На завершающем этапе останавливают движение сварочной головки и при включенном рабочем напряжении скорость подачи электрода постепенно снижают до нуля, пока электрод не обгорает у поверхности шлаковой ванны. Таким образом, наварка «прибыли» не нужна, а поверхность металла шва формируется заподлицо с поверхностью кромок.

Вместо медных формирующих пластин, требующих фрезерования боковых поверхностей кромок заготовок в районе стыка, использованы керамические на основе Al_2O_3 . Такая керамика выдерживает температуру расплавленного шлака (примерно 2000 °С) и не переходит в шов благодаря наличию тонкого слоя шлака между керамикой и металлом сварочной ванны. Легкая обрабатываемость керамических пластин и возможность их приклеивания на стык смесью жидкого стекла с глиноземом делают этот материал удобным заменителем медных пластин, особенно при наличии разнотолщинности.

Таким образом, подготовка стыка под электрошлаковую сварку значительно упрощена по сравнению с традиционной технологией, в результате чего снижены металлоемкость и трудоемкость подготовки под сварку и последующей механической обработки сварного соединения. Подготовленный под сварку стык показан на рис. 2.

В лаборатории сварки была создана опытная установка для электрошлаковой сварки, на которой были отработаны техника и технология сварки полуколец, а также изготовлены необходимые приспособления и оснастка (рис. 3).

Сварку опытных образцов сталей 20Х13, ЭИ–961Ш и ЭП–609Ш производили электродной проволокой Св–ЭП–609Ш

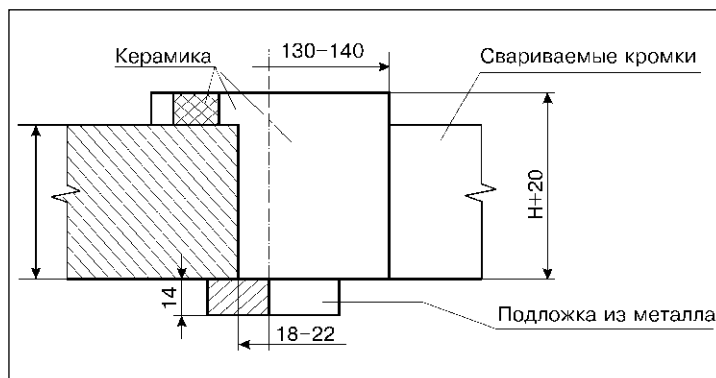


Рис. 2. Стык с наклеенными керамическими пластинами

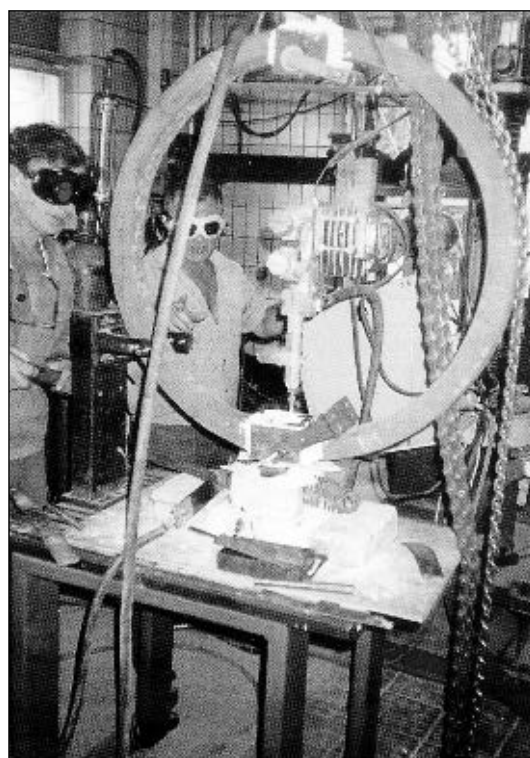


Рис. 3. Электрошлаковая сварка кольца

с использованием флюса АН–348А, разработанного для сварки углеродистых и легированных сталей.

Химический состав металла шва соответствует требованиям ТУ 14–1–2412–78. Механические свойства металла шва и зоны термического влияния выше аналогичных показателей для основного металла. Внедрение усовершенствованной технологии электрошлаковой сварки мартенситно-ферритных сталей взамен механизированной сварки ванным методом позволило:

- повысить качество сварных соединений, отказаться от повторных операций термообработки, механической обработки и рентгенографирования сварного шва;
- снизить расход сварочных материалов за счет уменьшения объема разделки;
- повысить производительность сварки.

● #426

Плазменно-порошковая наплавка стеллитом фиксаторов труб

А. И. Сом, канд. техн. наук, «Плазма-Мастер LTD» (Киев), В. Ю. Ищенко, А. Б. Малый, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря» — «Машпроект» (Николаев)

Конструкция газотурбинного двигателя предусматривает крепление жаровых труб фиксаторами. Большинство фиксаторов изготавливают из мартенсито-ферритных сталей 14X17H2 и ЭИ-961, а для новых и более мощных двигателей (например, ДН-80) — из аустенитного сплава на никелевой основе ЭП-648.

Таблица. Зависимость коэффициента линейного расширения (10^{-6} град $^{-1}$) от температуры

Материал	Температура, °С								
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
14X17H2	9,8	10,3	10,6	11,0	11,1	11,3	11,5	11,7	11,9
ПРВ-ВЗКР	12,2	13,0	13,7	14,1	14,3	14,8	15,3	15,9	17,0

Рис. 1. Фиксатор с наплавкой

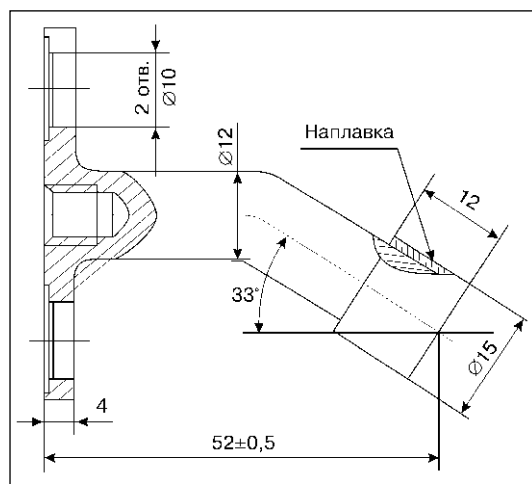
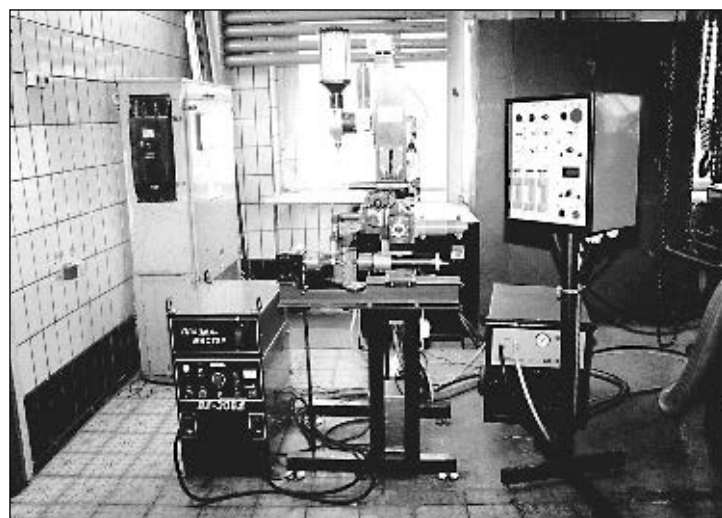


Рис. 2. Общий вид установки УПМ-150Д



Для повышения износостойкости цилиндрические рабочие поверхности фиксаторов наплавляют стеллитом ПРВ-ВЗКР (рис. 1). Выбор материала для наплавки обусловлен высокой температурой эксплуатации деталей (450–600 °С), а также значительными контактными нагрузками на эти поверхности. Основные требования, предъявляемые к наплавленному слою, — отсутствие трещин (ЛЮМ-А контроль) и твердость наплавки (≥ 40 HRC₃).

Ранее наплавку производили ручной аргонодуговой сваркой литыми прутками диаметром 3,0–4,0 мм, но этой технологии присущи серьезные недостатки. Во-первых, при наплавке сталей 14X17H2 и ЭИ-961 часто образуются продольные трещины по всей длине наплавки, переходящие в основной металл. У стеллита и мартенсито-ферритной стали, например 14X17H2, различные коэффициенты линейного расширения (таблица), поэтому при остывании наплавленной детали возникают высокие напряжения, и если в наплавке имеются поры, включения, то они становятся очагами зарождения трещин. Во-вторых, наплавку деталей выполняют в два слоя для обеспечения требуемой твердости наплавленного слоя, поскольку при АДС происходит интенсивное перемешивание стеллита с основным металлом, в результате чего твердость первого слоя не превышает 32–35 HRC₃. Наплавка в два слоя приводит к перерасходу дорогостоящего стеллита и увеличению трудоемкости изготовления.

В связи с этим взамен аргонодуговой наплавки предложена плазменно-порошковая цилиндрических поверхностей фиксаторов труб.

Установка УПМ-150Д (рис. 2) для плазменно-порошковой наплавки состоит из наплавочного аппарата ПМ-300, блока вращения, пульта управления, источника питания и блока охлаждения плазмотрона. Наплавку осуществляют высокотемпературной сжатой дугой, получаемой в плазмотроне с неплавящимся электродом. Диа-

пазон регулирования силы тока основной дуги 25–150 А. Присадочный материал — порошок стеллита марки Stellite 12, химический состав которого идентичен стеллиту ПРВ–ВЗКР. Плазмообразующий, транспортирующий и защитный газ — аргон. Конструкция питателя (барабанного типа) обеспечивает равномерную и строго дозированную подачу порошка. Наплавку выполняют с колебаниями по длине наплавляемой поверхности (10–22 мм).

Основными параметрами плазменно-порошковой наплавки являются сила тока дуги, расход порошка, скорость наплавки, амплитуда и частота колебаний плазмотрона, расход плазмообразующего, транспортирующего и защитного газов, смещение дуги от зенита (поскольку детали цилиндрические). Изменяя данные параметры, можно управлять формированием наплавляемого слоя и регулировать глубину проплавления. При этом достигают малого перемешивания стеллита с основным металлом и требуемой твердости (40 HRC₃) в первом слое толщиной 1,0 мм на сторону. Вероятность получения несплавлений (а значит и трещин) сведена к минимуму. Кроме того, при плазменно-порошковой наплавке фиксаторов диаметром от 8 до 27 мм меньше припуски на механическую обработку и наплавка имеет хороший внешний вид (рис. 3).



Рис. 3. Фиксаторы диаметром 27 мм из стали 14X17H2, наплавленные вручную прутками (а) и плазменно-порошковой наплавкой (б)

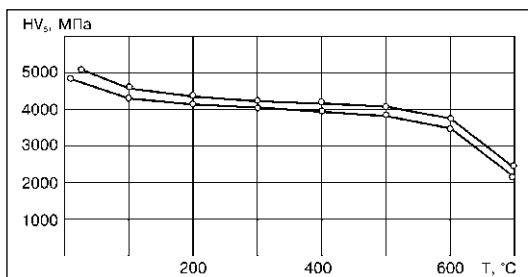


Рис. 4. Горячая твердость наплавленного Stellite 12 (1) и ПРВ–ВЗКР (2)

Одной из важнейших характеристик наплавленного слоя является горячая твердость. Как видно из рис. 4, этот параметр не только не уступает, но и превышает аналогичный показатель для стеллита ПРВ–ВЗКР.

Внедрение на предприятии технологии плазменно-порошковой наплавки стеллита повысило качество наплавляемых деталей и снизило трудоемкость при изготовлении дорогостоящих изделий. ● #427

«Лучше предупредить проблему, чем реагировать на нее, когда она возникнет», — девиз ООО «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина»

Н. А. Проценко, аудитор по сертификации систем управления качеством, ГП НТЦ «СЕПРОЗ» (Киев)

Созданный в 1972 г. Житомирский завод металлоконструкций является одним из ведущих предприятий Украины в области изготовления и монтажа строительных металлоконструкций. С 2002 г. завод реорганизован в ООО «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина», которое производит: резервуары для нефтепродуктов; колонны разных высот и сечений; фермы с пролетом до 48 м; подкрановые балки; бункера; галереи; мостовые конструкции; другие конструкции любой сложности.

Современные технологии и оборудование, правильная организация работ и высокий профессионализм работающих помогают выполнять заказы в установленные сроки, чем ООО «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина» завоевало авторитет у заказчиков Украины, России, Латвии, Германии, Франции, Греции.

В настоящее время на заводе работает 250 человек. Среднемесячный выпуск продукции составляет 550–600 т.

Важнейшим шагом «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина» было принятие решения о разработке и внедрении системы менеджмента качества на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001–2001 (ISO 9001:2000).

Этому предшествовала большая работа всех подразделений предприятия по выявлению недостатков и несоответствий внутренних процессов требованиям стандарта.

По результатам проведенной работы были разработаны организационно-технические мероприятия по устранению несоответствий.

Разработка документации системы менеджмента качества потребовала много времени и сил. Сегодня на всех уровнях предприятия она общепризнана и является обязательной для выполнения. Систематические плановые и внеплановые внутренние проверки дают уверенность в том, что требования документации системы менеджмента качества соблюдаются.

Серьезное внимание уделяет руководство подготовке персонала к управлению качеством. Четыре ведущих специалиста прошли обучение на специальных курсах, где получили знания по управлению качеством. Согласно плану-графику проводят также обучение работающего персонала на предприятии.

В сентябре 2003 г. «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина» направило заявку на сертификацию системы менеджмента качества одновременно в два органа по сертификации для подтверждения в национальной и международной системах сертификации.

Аудит проводили совместно два органа по сертификации — ГП НТЦ «СЕПРОЗ» НАН Украины и DVS ZERT (Германия). По результатам аудита было принято решение о выдаче «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина» сертификатов на систему менеджмента качества.

На международной конференции по сварке в ИЭС им. Е. О. Патона в торжественной обстановке состоялось вручение ООО «Атлас Ворд Билдинг Системс Украина» сертификатов соответствия системе менеджмента качества в национальной системе сертификации на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001–2001 и международной системе сертификации на соответствие требованиям DIN EN ISO 9001:2000. ● #428

Вакуумная пайка деталей и узлов газотурбинных двигателей

О. В. Гаврилов, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект» (Николаев)

В последнее время при изготовлении газотурбинных двигателей (ГТД) наметилась тенденция применения материалов, сочетающих высокую прочность и пластичность, жаропрочность и жаростойкость, горячую твердость и термостойкость при эксплуатации их рабочих поверхностей в условиях, близких к предельному состоянию самого материала. Собрать все эти свойства в одном материале практически не представляется возможным.

Поэтому разработчики чаще проектируют изделия, отдельные части которых состоят из различных материалов, наиболее полно отвечающих условиям эксплуатации. Это дает не только технический но и значительный экономический эффект, так как из дорогостоящих материалов изготавливают лишь небольшую часть изделия, работающую в условиях высоких температур и нагрузок, агрессивной среды. Одним из наиболее перспективных направлений соединения деталей является вакуумная пайка, позволяющая паять жаропрочные и нержавеющие стали, металлы и сплавы с керамикой, стеклом, графитом.

Достоинства данного способа пайки:

- хорошие защитные свойства расходных материалов, не допускающие образования оксидов металлов, входящих в состав припоя и основного металла;
- высокая производительность, что обеспечивает возможности пайки сложных изделий одновременно в нескольких местах или пайки большого количества однотипных изделий;
- высокая стабильность качества паяного соединения, которую достигают контролем режимов пайки на каждой стадии технологического процесса;
- минимальные деформации и остаточные напряжения в паяных узлах, вследствие равномерного нагрева и охлаждения в процессе пайки;
- простота управления и безопасность процесса;
- высокая прочность и пластичность паяных соединений.

Применение вакуумной пайки общим нагревом расширяет технологические воз-

можности производства, способствует тому, что перечень деталей и узлов при изготовлении ГТД с ее участием постоянно увеличивается.

На предприятии в 1992 г. создан централизованный участок вакуумной пайки, укомплектованный:

- четырьмя вакуумными печами СНВЭ1.3.1/16–ИЗ с расширенной рабочей зоной (120×200×300 мм), позволяющей изготавливать детали размером 195×100×290 мм при предельном вакууме $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па;
- тремя машинами точечной контактной сварки типа «Искра», «ТМК–7» с плавно-ступенчатой регулировкой режимов, позволяющими сваривать детали толщиной 0,05–0,8 мм;
- установкой УНПП–1 механизированного нанесения порошкового припоя на сотовые уплотнения, разработанной специалистами предприятия, которая равномерно наносит припой толщиной слоя 1–2 мм на детали диаметром от 200 до 900 мм и шириной от 10 до 40 мм;
- оснасткой и инструментом, с помощью которых производят пайку деталей и узлов различной конструкции и типоразмера, изготавливаемых из высоколегированных сталей и жаропрочных сплавов 12Х18Н10Т, ЭИ–609, ЭИ–961, ЭИ–703, ЭИ–437, ВЖ–98, ЭИ–602, ЭК–9, ЧС–104, ЧС–70, металлокерамической ленты УМ–16П, УМБ10–м, 10ХПр2, никелевой сетки НПО09, НО28, стеклогранулята ТСМ509, С52–1, С48–2.

При пайке соединений с неравномерными паяльными зазорами в пределах 0,2–0,5 мм (сотовые уплотнения, воздушные и топливные фильтры, корпуса горелочных устройств, форсунок, исправление поверхностных дефектов на отливках лопаток сопловых аппаратов, см. *рисунок*) используют паяльные пасты на основе припоев ВПр11–40Н, НС12.

Паста-припой представляет собой суспензию, состоящую из металлического порошка (припоя) и связующего вещества

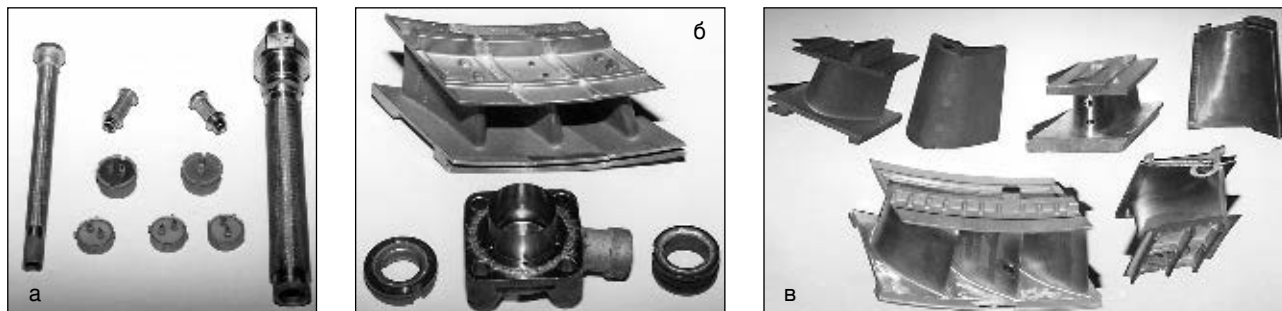


Рисунок. Примеры паяных изделий:
 а — воздушные и топливные фильтры, клеммники датчика ЛТН-240;
 б — лопатки сопловых аппаратов, обоймы поворотных лопаток, корпуса воспламенителей;
 в — пакеты и лопатки сопловых аппаратов (исправление поверхностных дефектов литья);
 г — сотовые и металлокерамические уплотнения



(5%-й раствор бутилакриловой смолы в ацетоне). Она имеет свойства псевдопластичной жидкости, поэтому с ее помощью можно производить точную дозировку припоя в паяльный зазор, удерживать припой в месте пайки.

Интересным представляется решение по применению паяльной пасты на основе припоя НС12 для пайки штуцеров в корпусе горелочного устройства, так как необходимо за один нагрев произвести одновременно пайку четырех кольцевых швов, в том числе двух внутренних. В результате опытных работ были отработаны режимы пайки (плавно-ступенчатое поднятие температуры, температура пайки, время выдержки). Испытания на герметичность паяного шва «штуцер-корпус» при давлении воздуха 490 МПа в течение 5 мин показали, что паяные швы герметичны. Металлографический контроль паяных швов «штуцер-корпус» показал полное заполнение зазора: между витками резьбы на всю длину фиксирующего зазора между стенками.

Механические испытания на вибрационном стенде УВЭ-10/500 при моделировании работы двигателя показали отсутствие разрушений паяного шва. По данной технологии было запаено 600 корпусов, которые в составе горелочных устройств эксплуатируются на двигателях ДГ-90, ДН-80.

Но особо эффективно применение паяльной пасты на основе припоя НС12 при исправлении поверхностных дефектов литья (пор, раковин, трещин, рыхлот и т. п.) на сопловых лопатках всех ступеней.

Разработанная и внедренная в производство технология исправления поверхностных дефектов литья на сопловых лопатках в вакуумных печах позволяет устранять поверхностные дефекты как при изготовлении, так и в ремонте сопловых лопаток вне зависимости от расположения и размера дефекта.

За последние пять лет по данной технологии было исправлено и отправлено в производство примерно 5000 лопаток и пакетов сопловых аппаратов 40 наименований и типоразмеров.

Для пайки соединений с гарантированным паяльным зазором 0,1–0,15 мм (уплотнение с металлической лентой, со специальной фаской по периметру для избытка припоя и формирования галтели) используют различной толщины припои ВПр4, ВПр7 из фольги.

Применение вакуумной пайки деталей и узлов ГТД позволило снизить трудоемкость и энергоемкость производства, уменьшить припуск на механическую обработку, а на некоторых деталях вообще обойтись без такового (корпусы горелочных устройств), улучшить условия труда.

В настоящее время в связи с увеличением объема производства серийных изделий на предприятии строят новый участок вакуумной пайки, который будет укомплектован более производительным оборудованием и полностью соответствовать требованиям вакуумной гигиены и культуре производства.

● #429

Применение жаростойкого материала КБНХЛ–2 для наплавки деталей газотурбинных двигателей

А. А. Алтухов, О. В. Гаврилов, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект» (Николаев)

Одной из важнейших задач совершенствования газотурбинных двигателей (ГТД) является повышение их надежности и ресурса при высокой технологичности производства. Ресурс двигателя определяет продолжительность работы самого «ослабленного» узла или детали. В наиболее тяжелых условиях работают узлы и детали высокотемпературного тракта. К числу наиболее нагруженных деталей, определяющих ресурс современных ГТД, относят рабочие лопатки турбины.

Профильная часть и хвостовик лопаток испытывают напряжения вследствие растяжения и изгиба от центробежных сил, изгиба и кручения от вибрационных нагрузок, амплитуда и частота которых меняется в широких пределах. Лопатки турбины испытывают также и термические напряжения, обусловленные термоциклами — быстрый нагрев в момент запуска и быстрое охлаждение в момент остановки двигателя. Вибрационные напряжения обычно невелики, однако при собственной частоте колебаний, равной и кратной частоте изменений действующей силы, лопатка входит в резонансный режим, при котором вибрационные напряжения резко возрастают. Кратковременные перегревы и прохождения резонансных зон с повышенными напряжениями снижают ресурс прочности и долговечности материала лопатки.

Для рабочих лопаток ГТД применяют в основном жаропрочные сплавы ЧС–70, ЧС–88ВИ, ЧС–88У–ВИ на основе никеля, содержащие хром, вольфрам, молибден, титан, алюминий, бор и другие элементы. Высокая жаропрочность, обусловленная наличием сложнолегированного твердого раствора и максимальным количеством упрочняющей фазы, в указанных сплавах сочетается с удовлетворительной технологичностью. Жаропрочные свойства сплава в значительной степени зависят от его структурного состояния, а также от величины зерна, формы, в которой находятся в сплаве упрочняющие фазы, и от связи с

твердым раствором. В процессе эксплуатации происходит изнашивание контактных поверхностей бандажных полок и торцов рабочих лопаток. Уменьшение высоты способствует осевому перетеканию газа и тем самым снижению КПД двигателей на 1,5–3,5%. Появление выработки приводит к образованию зазоров и росту уровня вибрационных нагрузок, что может вызвать поломку лопатки и выход из строя всего двигателя. Срок эксплуатации рабочих лопаток определяет степень износа контактных поверхностей бандажных полок и торцов. Но, несмотря на их износ, перо лопатки, замок сохраняют работоспособность и при упрочнении могут выдержать 3–4 срока эксплуатации. Кроме того, изношенные ранее упрочненные поверхности могут быть несколько раз восстановлены.

По ранее существующей технологии упрочнение торцов и бандажных полок рабочих лопаток ГТД производили наплавкой дугой в среде аргона в импульсном режиме с дозированной подачей энергии на присадочный материал при интенсивном охлаждении пера лопатки. Данный способ характеризует высокая производительность, возможность применения стандартного сварочного оборудования и простота ведения процесса. Главными недостатками данной технологии являются:

- образование трещин в зоне наплавки «стеллит — основной металл», которые выявляются на различной стадии изготовления лопаток;
- неравномерная твердость наплавленного стеллита по площади торца либо бандажной полки лопатки.

В качестве присадочного материала использовали прутки диаметром 3 мм из жаростойких сплавов марок ВЗК, К60Х30ВС в зависимости от конструкции лопатки. Существенным недостатком технологии изготовления прутков являлось то, что для выплавки одного комплекта стеллита (900 г)

необходимо было использовать 12 кг исходных материалов (потери на угар, выплески, отходы летниковой формы). Первоначально (1991 г.) завод применял пластифицированную смесь жаропрочного материала КБНХЛ-2 (разработчик — Институт материаловедения НАН Украины), состоящего из порошков никеля, хрома, кобальта, легированных карбидом и боридом хрома. Эту смесь использовали для упрочнения торцов и бандажных полок рабочих лопаток методом припекания в вакуумной печи. Однако, опытные работы показали, что припекание материала КБНХЛ-2 на торцы и бандажные полки рабочих лопаток нецелесообразно вследствие низкой воспроизводимости процесса из-за:

- неспекания материала КБНХЛ-2 с торцами рабочих лопаток до 30% в одной партии по периметру и толщине торца;
- различной степени формообразования материала КБНХЛ-2 на торце рабочей лопатки (до 25% в одной партии);
- сложности механической обработки, а также сколов материала КБНХЛ-2 до 20% в партии;
- затекания материала КБНХЛ-2 по периметру на пере лопатки на расстоянии 1–5 мм от торца.

Авторами статьи в 1994 г. предложено изготавливать из пластифицированного жаропрочного материала КБНХЛ-2 электроды трапециевидальной формы (3×2×2×260 мм) в вакуумной печи СНВЭ 1.3.1/16-ИЗ. Наплавку этими электродами производят с помощью кислородно-ацетиленового пламени, используя ручную горелку ГО2 (наконечник № 2) и флюс ПВ-200. Наплавляют торцы рабочих лопаток из сплавов ЧС-70 ВИ, ЧС-88 ВИ, ЧС-88У-ВИ.

Кислородно-ацетиленовая наплавка обеспечивает высокое качество металла без внешних и внутренних дефектов со стабильной твердостью 60 HRC₃ по всей площади торца либо бандажной полки рабочей лопатки.

В настоящее время пластифицированную смесь жаростойкого порошка КБНХЛ-2 изготавливают на предприятии.

Внедрение технологии упрочнения торцов и бандажных полок рабочих лопаток ГТД кислородно-ацетиленовой наплавкой жаростойкого материала КБНХЛ-2 позволило исключить брак вследствие возникновения трещин и других дефектов. С помощью данной технологии изготовлено более 120 комплектов электродов и произведено упрочнение торцов и бандажных полок более чем на 600 рабочих лопаток. ● #430

Электронно-лучевая сварка в НПКГ «Зоря»—«Машпроект»

(Окончание. Начало на стр. 13)

лий после эксплуатации. На таких сварных узлах, как камера сгорания (рис. 12), кожух вала турбины и др., образуются трещины. Исправить узлы дуговыми способами сварки не представляется возможным, так как разделка дефектных мест и последующая сварка приводят к большим короблениям и браку узлов. Разработанная технология



Рис. 12. Камера сгорания после электронно-лучевой сварки (сплав ЭИ-602)

ЭЛС, при которой размеченные после рентгенконтроля места без разделки можно переплавить электронным пучком, позволила вернуть в эксплуатацию уже несколько сотен крупногабаритных узлов.

Длительная эксплуатация узлов ГТД, изготовленных с помощью ЭЛС, показала их высокую надежность и долговечность. Электронно-лучевая сварка окончательно обработанных узлов (роторов) позволила отказаться от дорогостоящего и трудоемкого способа соединения дисков роторов штифтами. ЭЛС смогла обеспечить качественное соединение плохо свариваемых жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов, широко применяемых в турбостроении.

Ряд универсальных и специализированных установок, созданных в НПКГ «Зоря»—«Машпроект» для ЭЛС узлов ГТД, позволили освоить сварку большой номенклатуры деталей (до 20 000 шт. в год), до 45% повысить коэффициент использования металла, до 40% снизить трудоемкость изготовления узлов, повысить производительность труда и культуру производства. ● #424

Наплавка меди и медных сплавов на сталь

М. У. Булдыжова, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект» (Николаев)

Одним из основных возможных дефектов при наплавке меди и медных сплавов на сталь следует считать образование в стали трещин, заполненных медью или ее сплавами. Это явление объясняется раскисляющим действием жидкой меди, проникающей в микронадрывы в стали по границе зерен при одновременном действии термических напряжений растяжения (эффект Ребиндера).

В равновесном состоянии при температуре 20 °С медь растворяется в α -железе в количестве до 0,3%, а железо — в меди в количестве до 0,2%. При этом хрупких интерметаллидов не образуется. В связи с большими скоростями охлаждения при сварке в переходном слое образуется пересыщенный твердый раствор меди с железом, но даже при содержании железа до 2–2,5% структурно свободное железо не обнаружено. Граница сплавления между сталью и медью резкая, с включением фазы, обогащенной железом. Со стороны стали, примыкающей ко шву, размер зерна увеличивается в пределах зоны шириной 1,5–2,5 мм.

Затруднения при сварке и наплавке меди и медных сплавов на сталь связаны с высоким сродством меди к кислороду, низкой температурой плавления меди, значительным поглощением жидкой медью газов, различными коэффициентами теплопроводности, линейного расширения и т. д. В сталях, имеющих повышенное количество легирующих элементов, в частности в сталях типа 12X18H9T, число и раз-

меры трещин заметно возрастают (по сравнению с углеродистыми и низколегированными), что снижает прочность соединений.

Для сталей типа 12X18H9T эффективным средством уменьшения количества трещин является получение ферритной фазы в подслое. Так, при соединении сталей с содержанием феррита свыше 30% проникновение меди в сталь не наблюдается, так как феррит не смачивается медью, и проникновение меди в микронадрывы уменьшается.

При наплавке бронзы БрАМЦ-2 на поршни, втулки, цилиндры из стали 12X18H9T были обнаружены трещины под слоем бронзы на 90% деталей (рис. 1). Для улучшения качества наплавки в качестве подслоя использовали проволоку ЭП-532 (Св-08X25H20СЗР1) с содержанием марганца до 1,5%, кремния — 2,5–3%, никеля — 18–21%.

Никель в жидком металле снижает его поверхностную активность, что уменьшает опасность образования глубоких трещин в стали. Марганец улучшает взаимную растворимость железа и меди в связи с тем, что снижает критическую точку и расширяет область γ -твердого раствора, в котором медь растворяется в значительно большем количестве, а кремний раскисляет сварочную ванну и упрочняет зерна твердого раствора. Оптимальные условия наплавки меди и ее сплавов на сталь требуют, чтобы не было расплавления стали и она хорошо смачивалась.

С этой целью для наплавки меди и ее сплавов на сталь лучше всего применять аргонодуговую сварку. Для уменьшения опасности образования в стали трещин рекомендуется сварку вести на минимальной погонной энергии. Деталь перед наплавкой необходимо предварительно подогревать до запотевания (рис. 2).

Таким образом, удалось выполнить высококачественную наплавку бронзы БрАМЦ-2 на детали из сталей 12X18H9T, 12X18H10T через подслоя, наплавляемый проволокой ЭП-532.

● #431

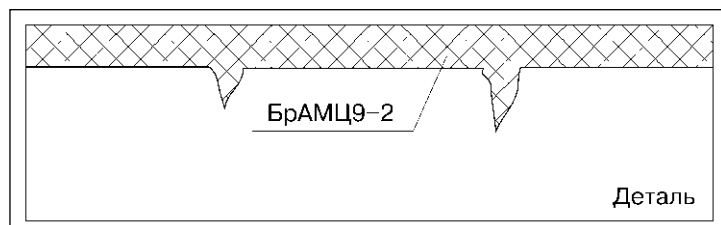


Рис. 1. Образование трещин при наплавке бронзы



Рис. 2. Общий вид поршня с наплавкой подслоя из бронзы

Стенд для испытания газопламенной аппаратуры

Т. А. Оксеньчук, ГП Научно-производственный комплекс газотурбостроения «Зоря»—«Машпроект»
(Николаев)

Несмотря на значительные преимущества применяемых на предприятии прогрессивных дуговых способов сварки и резки металлов, в современном сварочном производстве все еще используют традиционные способы газопламенной обработки (сварка, пайка, наплавка, местная термообработка, кислородная резка без флюсов, кислородно-флюсовая резка).

Газопламенные способы обработки имеют широкий диапазон технологической гибкости, им присущи универсальность, сравнительная простота и портативность используемого оборудования. Однако газопламенная обработка относится к категории пожаро- и взрывоопасных работ. Поэтому при проведении капитального, текущего ремонтов, регламентного технического обслуживания используемого при газопламенной обработке металла горелок, резаков, редукторов, комплектов шлангов, требуется особая тщательность соблюдения всех правил техники безопасности.

Для проведения на должном техническом уровне регламентных и послеремонтных испытаний газопламенной аппаратуры на предприятии спроектирован, изготовлен и введен в эксплуатацию в специализированной мастерской стенд МА 15.00.000.

Стенд (рисунки), смонтированный на каркасе, состоит из функциональных устройств для испытания редукторов, испытаний на герметичность, а также промывки рукавов.



Рисунок. Общий вид стенда МА 15.00.000

Устройство для испытания редукторов представляет собой блок, установленный на горизонтальной плоскости каркаса. Он состоит из двух стоек, к которым подводится сжатый азот высокого и низкого давления, и зажимного пневмоцилиндра, обеспечивающего фиксацию редукторов в стойках. Краны подачи сжатого азота расположены на вертикальной плоскости над стойками.

Устройство для испытаний на герметичность обеспечивает в полном объеме испытание редукторов по следующим контролируемым параметрам: герметичность разъемных соединений; герметичность уплотняющих поверхностей редуцирующих клапанов и седел (самотек); плавность регулирования рабочего давления; давление начала открытия предохранительного клапана.

Проверку герметичности резаков, горелок и рукавов для сварки и резки выполняют в ванне с чистой водой, расположенной под вертикальной поверхностью каркаса. Через краны сжатый азот под необходимым давлением подают в испытываемое оборудование.

При испытании кислородных каналов и каналов горючего газа, резаков и горелок, кислородных, ацетиленовых пропан-бутановых рукавов необходимое давление устанавливают на редукторе отдельно для каждого вида испытаний.

Устройство для промывки рукавов состоит из двух бачков, к которым присоединяют промываемый рукав со специальными штуцерами. Левый бачок заправляют спиртом, включают электропитание, устанавливают необходимое давление сжатого азота. После включения кнопки «Пуск» спирт под давлением азота вытесняется из левого бачка в правый через промываемый рукав. При достижении в наполняемом бачке определенного уровня спирта направление потока реверсируется. После проведения необходимо для качественной промывки количества реверсов (тактов) установку выключают. Отработанный спирт сливают из бачков и рукавов. После этого рукава продувают в обычном порядке сжатым азотом или воздухом.

Преимуществом проведения испытаний газопламенной аппаратуры с использованием стенда является:

- компактное расположение, универсальность используемых устройств;
- возможность фиксировать конкретные технические характеристики испытаний;
- объективность результатов испытаний (меньшая зависимость от человеческого фактора);
- более высокая культура производства;
- меньшая опасность при испытаниях газопламенной аппаратуры.

● #432



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 кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Расскажите, пожалуйста, о термических способах резки и прожигания отверстий в бетоне и железобетоне.

Михайлов А. Е. (Мариуполь)

Для прожигания отверстий в бетоне и железобетоне, а также для разделительной резки в промышленной практике используют кислородное или кислородно-порошковое копьё.

Кислородное копьё — стальная трубка необходимой длины, по которой пропускается кислород. Будучи предварительно нагретым до температуры 1350–1400 °С, рабочий конец копьё после пуска кислорода начинает интенсивно окисляться (гореть), развивая температуру до 2000 °С. Для увеличения тепловой мощности копьё внутри трубки обычно закладывают стальные прутки, но иногда их прихватывают сваркой к наружной поверхности копьё (рис. 1).

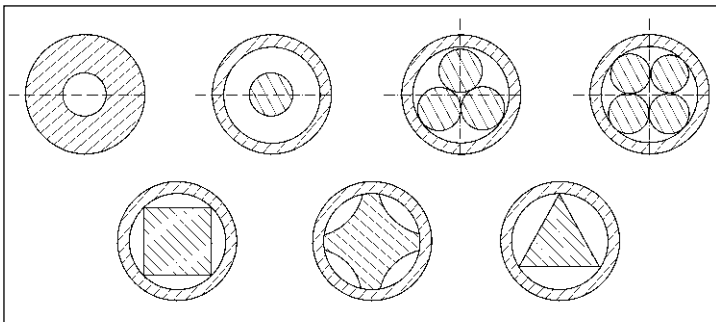
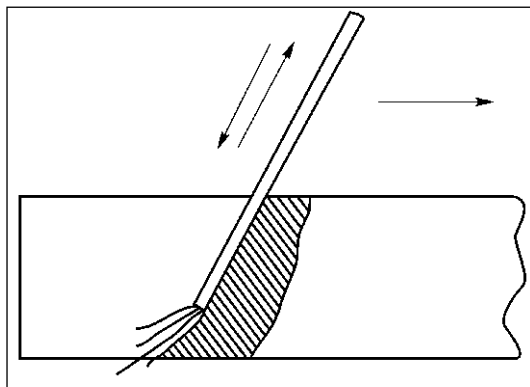


Рис. 1. Прутковые копьё

Рис. 2. Разделительная порошково-копьевая резка в нижнем положении



Для начального нагрева копьё используют обычно посторонние источники нагрева, например сварочную дугу или подогревающее пламя резака. В начальный момент, при зажигании копьё, давление кислорода устанавливают небольшим, не более 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), после же воспламенения трубки и установления устойчивого процесса давление кислорода поднимают до рабочего.

В процессе горения копьё непрерывно укорачивается, причем в зависимости от толщины прожигаемого материала длина сгоревшей части трубки копьё может быть в 5–25 раз больше длины прожигаемого отверстия. Обычно процесс прожигания кислородным копьём отверстий производят без применения подогревающего пламени. Особенность прожигания отверстий в бетоне и железобетоне состоит в том, что для поддержания материала в месте контакта с копьём в расплавленном состоянии копьём необходимо прижимать к обрабатываемому бетону с силой до 300–500 Н (30–50 кгс), преодолевая сопротивление густоплавких шлаков. Последнее вызвано тем, что бетон, состоящий из оксидов (Al₂O₃, CaO и SiO₂), кислородной струей не окисляется и теплоты не выделяет, в связи с чем быстро застывает при удалении от его поверхности горящего конца копьё. Поэтому прожигать отверстия в бетоне и других неметаллических материалах следует без возвратно-поступательных движений копьё, а лишь периодически поворачивая копьё на угол 10–15° в обе стороны.

Порошково-кислородное (кислородно-флюсовое) копьё представляет собой стальную трубку с проходящими по ней кислородом и флюсом — мелкодисперсной смесью металлических порошков (железного и алюминиевого). Так же, как и при кислородном копьём, рабочий конец порошково-кислородного копьё в начале процес-

са нагревают источником теплоты до температуры 1350–1400 °С, после чего в копье подают кислород и флюс.

На выходе из копия порошок воспламеняется, образуя ярко светящийся факел длиной до 50 мм с температурой 4000 °С и выше. Направляя факел копия на поверхность обрабатываемого материала, ее расплавляют и кислородной струей удаляют образующиеся шлаки. При резке металлов наряду с расплавлением имеет место и окисление основного металла.

В отличие от кислородного порошково-кислородное копьё во избежание закупорки его шлаком не прижимают к прожигаемому материалу, а выдерживают на расстоянии 30–50 мм от торца образуемого отверстия. Достигается это периодической с интервалом в несколько секунд подачей копия вперед до упора в торец отверстия. Промежутки времени между очередными подачами копия вперед зависят от скорости сгорания трубки копия. В процессе прожигания отверстий копьём иногда придают вращательные движения, поворачивая его рукой на угол 10–15° в обе стороны.

Отверстия в бетоне и железобетоне порошково-кислородным копьём прожигают обычно в горизонтальном или наклонном снизу вверх направлении. Диаметр образуемого порошковым копьём отверстия зависит от диаметра копия, наличия или отсутствия вращательных движений копия и от удельных расходов кислорода и флюса.

Разделительную резку начинают от края разрезаемого материала или от начального сквозного отверстия внутри контура. Сущность процесса состоит в том, что, направляя факел копия на поверхность разрезаемого материала и совершая копьём возвратно-поступательных движения по касательной к передней грани реза (рис. 2), расплавляют поверхность материала факелом и удаляют расплавленный материал и шлаки струей кислорода. Углубляя постепенно копьём в разрез, прорезают материал насквозь, т.е. осуществляют разделительную резку. Ширина образуемого щелевого разреза в зависимости от толщины материала и диаметра копия может составлять 25–70 мм.

Резка порошковым копьём возможна во всех пространственных положениях независимо от толщины материала (для бетона и железобетона в пределах 3–3,5 м).

В зависимости от толщины разрезаемого железобетона резку можно выполнять

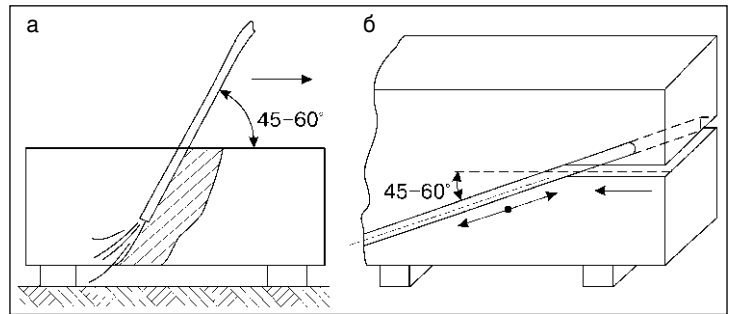


Рис. 3. Резка бетона и железобетона толщиной до 300 мм: а — при направлении копия сверху вниз; б — при горизонтальном направлении

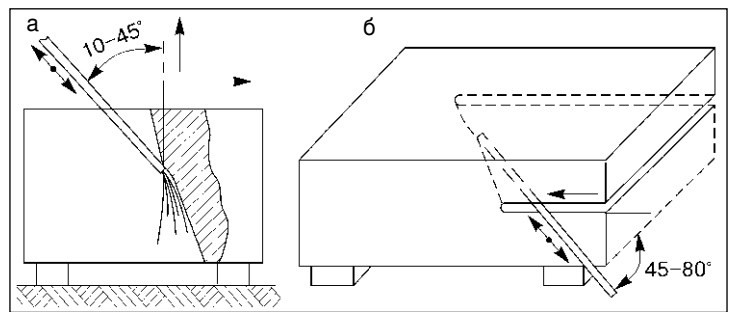


Рис. 4. Резка бетона и железобетона толщиной более 200 мм: а — в горизонтальной плоскости и вертикальном направлении; б — в вертикальной плоскости и горизонтальном направлении

по одной из схем, представленных на рис. 3–5. Так, при толщине железобетона до 300 мм, когда ванна расплавленного бетона и шлака на поверхности передней грани реза может поддерживаться на всей длине этой грани в жидком состоянии, резку целесообразно проводить по схемам рис. 3. В этом случае копьё совершает возвратно-поступательные движения на всю толщину разрезаемого материала, смывая расплавленный бетон в шлаки. Резка железобетона большей толщины этим способом не может быть производительной, так как жидкая ванна шлака на передней грани (длина которой может составлять не более 300 мм) по мере продвижения копия в глубь железобетона застывает. Последнее вызывает необходимость повторного разогрева передней грани реза до расплавления, что сильно снижает производительность процесса.

Для лучшего удаления шлака из образуемого разреза и достижения большей производительности резку железобетона толщиной более 300 мм следует проводить по схемам рис. 4. В этом случае резку начинают от нижней (рис. 4, а) или боковой, задней (рис. 4, б) поверхности разрезаемого железобетона, причем для поддержания шлаковой ванны на всей длине в жидком состоянии максимальная длина передней грани реза не должна превышать 300 мм. Сказанное в полной мере относится к резке

и вертикальной плоскости в вертикальном направлении (рис. 5).

Резку железобетона толщиной более 200 мм по схемам рис. 4, 5 осуществляют участками (рис. 6). Резку в пределах одного участка выполняют послойно (рис. 7).

При разделительной резке железобетона важно начало процесса. В простейшем случае резку железобетона начинают от внешней кромки. Однако в практике весьма часты случаи, когда процесс приходится начинать внутри контура железобетонной стены или перекрытия. Для этого необходимо иметь начальное отверстие диаметром 70–100 мм, которое можно получить как кислородным, так и порошково-кислородным копьем. При порошково-кислородной резке применяют стальные водогазопроводные трубки с внутренними диаметрами 10 и 15 мм (ГОСТ 3262).

Рис. 5. Резка бетона и железобетона в вертикальной плоскости и вертикальном направлении: а — при толщине разрезаемого материала до 300 мм; б — при толщине разрезаемого материала более 200 мм

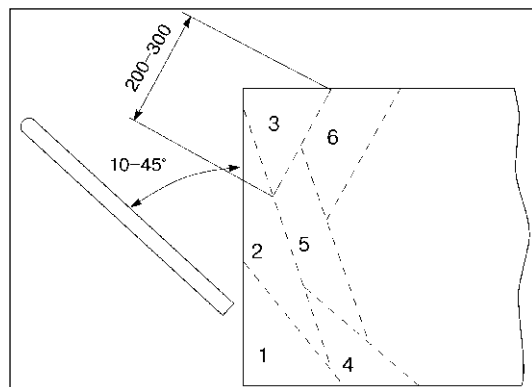
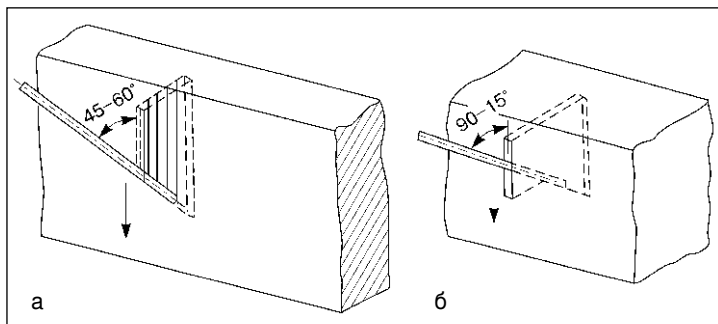


Рис. 6. Схема резки «участками» бетона и железобетона толщиной более 200 мм

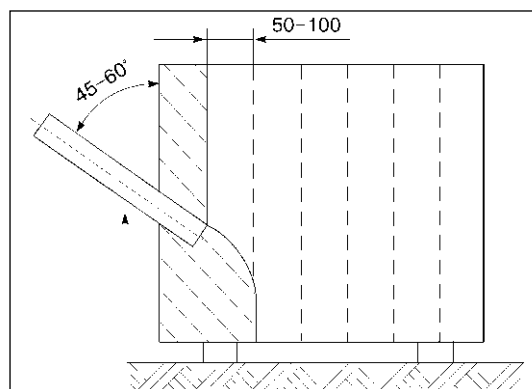


Рис. 7. Схема послойной резки бетона и железобетона толщиной до 200–300 мм и послойной резки отдельных участков при толщине материала более 200 мм

Один из основных параметров режима резки — удельный расход кислорода — зависит от удельного расхода и состава флюса, сечения копы, насыщенности бетона арматурой, а также от толщины разрезаемого железобетона.

При порошково-копьевой разделительной резке железобетона с применением флюса, состоящего из 80–85% Fe и 15–20% Al (по объему), на окисление трубки копы и флюса ориентировочно расходуется до 40% кислорода. Остальное количество его идет на удаление образующихся шлаков и непроизводительные потери.

Коэффициент полезного действия процесса прожигания в большей мере зависит от толщины разрезаемого железобетона, с увеличением которой наблюдается более полное использование кислорода и флюса за счет увеличения времени протекания реакций окисления. Следовательно, удельный расход части кислорода, идущей на окисление трубки копы и флюса при разделительной порошково-копьевой резке, уменьшается с увеличением толщины железобетона.

Однако практически для лучшего удаления шлака при резке больших толщин железобетона давление кислорода увеличивают, в результате чего (при сохранении постоянства проходных сечений кислородопровода) удельный расход кислорода с увеличением толщины разрезаемого железобетона возрастает. Давление кислорода определяет в основном степень трудности удаления шлака, зависящая, в свою очередь, от толщины железобетона и направления процесса резки. Так, если при резке железобетона толщиной 1500 мм в вертикальном направлении сверху вниз рабочее давление кислорода составляет 0,6 МПа (6 кгс/см²), то при резке железобетона той же толщины в горизонтальном направлении оно должно составлять не менее 1 МПа (10 кгс/см²). Однако во избежание чрезмерно большого охлаждающего действия струи и непроизводительных потерь кислорода давление его даже при резке в горизонтальном направлении бетона толщиной до 2000 мм не должно превышать 1,4 МПа (14 кгс/см²).

Большое влияние на производительность резки оказывает также удельный расход флюса, изменение которого в пределах 24–48 кг/ч и более (при резке железобетона толщиной 150–1500 мм) изменяет скорость резки до 25–30%. ● #433



Механизация дуговой сварки плавающимся электродом

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

Дугую сварку относят к одной из наиболее широко применяемых сварочных технологий. Ее непрерывно совершенствуют, и прежде всего с позиций механизации и автоматизации.

ДСТУ 3761.2-98 «Сварка и родственные технологии» Ч. 2. Процессы сварки и пайки. Термины и определения», который соответствует ISO 857:1990, устанавливает следующие определения процессов сварки по уровню механизации и автоматизации.

К ручной сварке относят процесс сварки, при котором рабочий инструмент и (или) сварочные материалы перемещают вручную.

Механизированная сварка — процесс, выполняемый с применением машин и механизмов, управляемых человеком.

Автоматическая сварка — это технология, при которой все элементы процесса выполняют машины и механизмы по заданной программе без участия человека. Таким образом, большинство технологических процессов дуговой сварки, выполняемых сварочными полуавтоматами и автоматами, относятся к механизированной сварке с элементами механизации и автоматизации.

Механизация и автоматизация процесса дуговой сварки, как и любого другого технологического процесса, направлена на решение триединой задачи: повышение производительности труда, улучшение качества сварных швов и сварных соединений, а также улучшение условий труда и техники безопасности.

Повышение производительности труда связано с необходимостью сокращения затрат труда на выполнение сварочной операции. При этом следует подчеркнуть, что поскольку сварочные операции составляют 15–20% общей трудоемкости изготовления сварных конструкций, сокращение затрат труда на собственно сварочные операции даже на 50% дает сокращение общей трудоемкости изготовления сварного изделия не более чем на 10%. Поэтому важнейшей составляющей задачи механизации и автоматизации процесса дуговой сварки является

улучшение качества сварных швов и сварных соединений в целом. Мировая практика развития сварочного производства полностью это подтверждает.

Дугую сварку сопровождают опасные и вредные производственные факторы, к которым следует отнести:

- образование и попадание в воздух рабочей зоны сварочных аэрозолей, содержащих токсические вещества;
- оптическое излучение в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах, значение которого многократно превышает физиологически переносимое глазом человека;
- интенсивное инфракрасное (тепловое) излучение от свариваемых изделий и сварочной ванны;
- брызги, искры и выбросы расплавленного металла и шлака;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи;
- нервно-психические нагрузки на сварщика, особенно при выполнении швов в стесненных условиях и в различных пространственных положениях.

Благодаря механизации и автоматизации процесса сварки сварщик или оператор находятся на значительном расстоянии от зоны проявления опасных производственных факторов, вследствие чего в значительно меньшей степени подвержены их вредному воздействию.

Кроме того, могут быть использованы автономные фильтровентиляционные агрегаты, радикально улучшающие санитарно-гигиенические характеристики рабочей зоны.

Задачу механизации и автоматизации дуговой сварки решают с использованием различных технических средств. При сварке полуавтоматом обычно механизирована только операция подачи электродной проволоки. Манипуляции электродом осуществляют вручную. Производительность и качество сварки при этом определяют квалификация сварщика, надежность и совершенство сварочного полуавтомата и источника питания. К элементам механизации и

автоматизации процесса дуговой сварки относят дистанционное управление режимом сварки, программное управление технологическими параметрами режима и др.

В мировой практике получили распространение устройства для перемещения держателя сварочного полуавтомата со сварочной скоростью (фирмы «BUGO SYSTEMS» (США), «GULLCO» (Канада), «ESAB» (Швеция), ИЭС им. Е. О. Патона (Украина) и др.). Подобные универсальные устройства (рис. 1) состоят из направляющего рельса (для сварки криволинейных поверхностей — гибкого), легкой приводной тележки, корректоров и различных приспособлений для закрепления держателя полуавтомата. Их применяют не только для сварки, но и для резки и контроля качества прямолинейных и криволинейных швов во всех пространственных положениях. Использование таких недорогих приспособлений к полуавтоматам дает воз-

можность повысить уровень механизации сварки и качество сварных соединений, улучшить условия труда сварщика. В то же время здесь ограничены возможности для пространственного маневрирования сварочным инструментом, процесс сварки чувствителен к качеству сборки свариваемых элементов, мало пригоден для выполнения коротких швов.

В ОАО «УкрИСП» разработан способ механизированной дуговой сварки на основе использования сварочного полуавтомата (патент Украины № 50870, В23К9/00, 37/02 от 15.11.02 г.) (рис. 2). Сварщик, удерживающий кистью 5 руки держатель горелки 2, осуществляет возбуждение дуги и начальное проплавление изделия 1. После этого рука на опорной площадке 6 с помощью приводного устройства 4 на направляющей 3 начинает перемещаться со скоростью сварки $V_{св}$ вдоль оси соединения элементов свариваемого изделия. Кистью руки поддерживают необходимую длину дуги, манипулируют концом электрода для придания нужной формы, направляют электрод относительно стыка и т. п. При необходимости (наличие большого зазора в стыке, превышения кромок и др.) сварщик может перейти на кратковременное ручное перемещение дуги вдоль стыка с нужной скоростью, а затем продолжить сварку с механизированным перемещением руки.

При сварке коротких швов (до 600–800 мм) тело сварщика может оставаться неподвижным в положении сидя или стоя, а при выполнении более протяженных швов сварщик перемещается шагами по мере сварки участков шва. Однако и в том, и в другом случае скорость перемещения руки остается механизированной, плавной и соответствует скорости сварки.

При сварке некоторых изделий возможен вариант, когда целесообразно с требуемой скоростью сварки перемещать не руку сварщика с держателем, а все его тело. Благодаря тому, что перемещение руки с держателем или тела сварщика осуществляют механизированным способом, сварщик подвергается меньшим физическим и нервным нагрузкам, больше внимания уделяет манипулированию электродом в процессе формирования шва. При этом шов можно выполнять с большей скоростью. Таким способом можно сваривать не только швы в нижнем положении, но и вертикальные швы, а также горизонтальные и наклонные швы на вертикальной плоскости. Способ

Рис. 1. Устройство для перемещения держателя сварочного полуавтомата: 1 — привод; 2 — корректор; 3 — направляющие; 4 — держатель сварочного полуавтомата

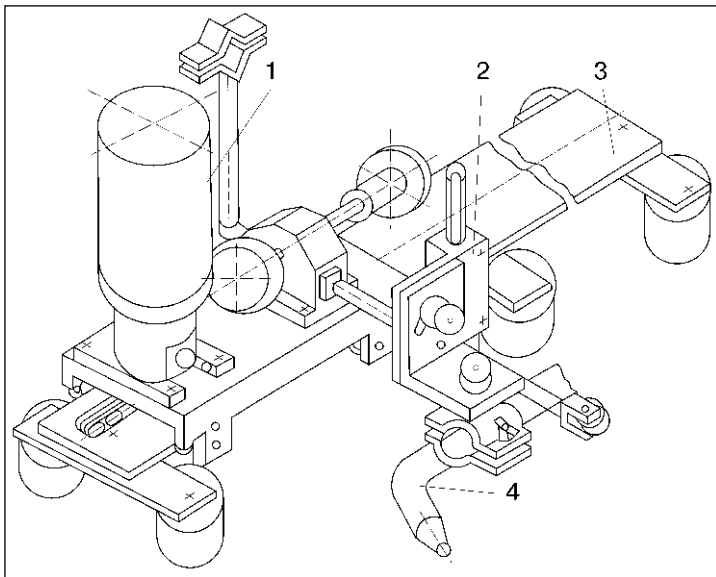
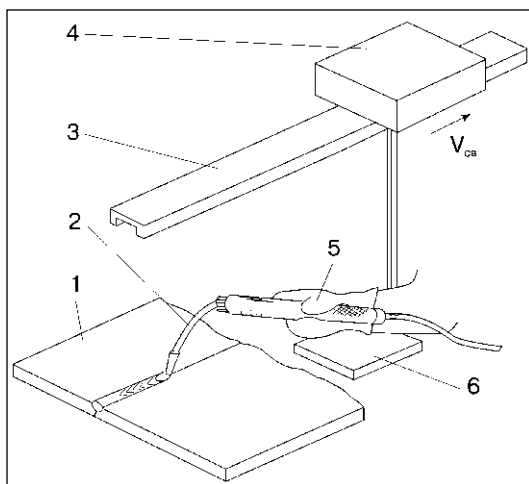


Рис. 2. Схема механизированной дуговой сварки с перемещением руки сварщика: 1 — изделие; 2 — держатель горелки; 3 — направляющая; 4 — приводное устройство; 5 — кисть руки; 6 — опорная площадка



можно использовать для выполнения как однослойных, так и многослойных швов.

В ОАО «УкрИСП» разработано несколько типов оборудования, позволяющего реализовать описанный способ механизированной сварки. В последние годы довольно широко применяют сварочные полуавтоматы в простейших сварочных установках для сварки продольных и кольцевых швов, в том числе в сочетании с типовым механическим сварочным оборудованием*.

Сварочные установки при необходимости оснащают автономными фильтровентиляционными агрегатами.

Механическое сварочное оборудование (МСО) делят на две группы: оборудование для установки и перемещения свариваемых изделий (универсальные вращатели, вертикальные и горизонтальные вращатели, роликовые вращатели, кантователи); оборудование для установки и перемещения сварочных аппаратов (порталы, сварочные колонны) и сварщиков (площадки и др.).

Сварочные колонны или порталы комплектуют подвесными сварочными аппаратами (головками) для сварки в защитных газах или под флюсом. Подвесные сварочные аппараты при необходимости оснащают системами слежения за стыком, в том числе с обратной связью, средствами диагностики узлов оборудования и программирования режимов сварки.

Наиболее распространенные компоновки МСО, используемые для механизации рабочих мест, приведены в *таблице*.

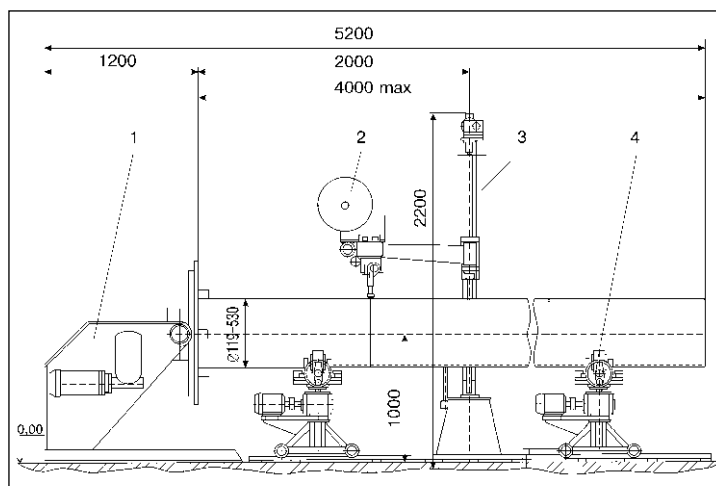
Такие рабочие места обычно оснащают автономными фильтровентиляционными агрегатами и другим вспомогательным оборудованием. Для комплектации рабочих мест можно использовать не только готовое оборудование, но и его отдельные модули различного конструктивного исполнения (модуль вращения, модуль продольного перемещения и др.), что позволяет создавать требуемую компоновку для определенной технологической задачи.

На *рис. 3* показано разработанное в ОАО «УкрИСП» механизированное рабочее место для сварки кольцевых швов труб диаметром 119–530 мм. В его состав входит универсальный вращатель 1, стационарная сварочная колонна 3 со сварочной головкой 2 и два перемещающихся по рельсам люнета 4. Благодаря двухплечевой стреле колонны, соединенной шарнирами с

* См. *Каталог-справочник*. — К.: *Экотехнология*. — 2002.

Таблица. Компоновки МСО для комплектации рабочих мест

Наименование	МСО первой и второй групп		
	Сварочные колонны	Сварочные порталы	Площадки сварщиков
Универсальные вращатели	+	+	–
Вертикальные вращатели	+	+	–
Горизонтальные вращатели	+	–	+
Роликовые вращатели	+	+	+
Кантователи	–	–	+



фиксаторами, сварочную головку можно перемещать на 4000 мм. По такой схеме могут быть выполнены рабочие места для сварки заготовок труб большого диаметра и других изделий.

Развитие комплексной механизации и автоматизации сварочного производства диктует необходимость совершенствования МСО в следующих направлениях:

- повышение уровня собственной автоматизации за счет расширения использования микропроцессорной техники;
- обеспечение быстродействующей универсальной оснасткой для закрепления свариваемых изделий;
- оснащение оборудования системами автономной вентиляции с применением фильтровентиляционных агрегатов;
- расширение диапазона и обеспечение стабильности сварочных и маршевых скоростей;
- расширение номенклатуры оборудования на базе унифицированных модулей вращения и прямолинейного перемещения.

Современное МСО создают по блочно-модульному принципу, и поэтому по требованию заказчика его можно поставлять в виде сварочных станков, установок, комплексно-механизированных рабочих мест и участков.

● #434

Рис. 3. Механизированное рабочее место на базе универсального вращателя и сварочной колонны

Банк данных режимов автоматической и механизированной дуговой сварки

В. Ф. Демченко, д-р техн. наук, С. С. Козлитина, инж., ИЭС им. Е. О. Патона

Для различных условий сварки, определяемых ее способом, видом шва, его пространственным положением, формой разделки кромок и толщиной металла, имеется альтернативная информация о рациональных режимах сварки для проволоки различного диаметра. Применительно к многопроходной сварке эта информация включает данные о количестве проходов и режимах выполнения корневого, заполняющих и декоративных швов. Для двухсторонней сварки эти данные даются отдельно для нижней и верхней разделки шва. Рекомендуемые режимы сварки гарантируют качественное формирование шва и необходимое для обеспечения конструктивной прочности количество наплавленного металла.

Таблица. Структура базы данных режимов сварки

Способ сварки	Вид сварного шва	Толщина основного металла, мм	Количество записей в базе данных
Сварка под флюсом одной проволокой	Стыковой	2–45	62
	Угловой	3–14	62
Сварка под флюсом двумя проволоками	Стыковой	4–14	16
	Угловой	2–16	92
Полуавтоматическая сварка в CO ₂	Стыковой	12–120	492
	Угловой	2–16	92
Автоматическая сварка в CO ₂	Стыковой	2–120	761
	Угловой	3–16	87
Сварка в среде инертных газов	Стыковой	3–12	80
	Угловой	3–8	15

В базе данных режимов сварки содержатся опытные данные о режимах сварки конструкционных сталей для следующих способов:

- сварка под флюсом одной и двумя проволоками;
- полуавтоматическая сварка в CO₂;
- автоматическая сварка в CO₂;
- сварка в среде инертных газов (72% Ar + 18% CO₂).

Режимы сварки систематизированы относительно таких видов сварных швов: стыкового одностороннего, стыкового двустороннего, углового одностороннего, углового двустороннего; и таких пространственных положений шва: PA, PC, PE, PF, PG — для стыковых швов; PA, PB, PD, PE, PG — для угловых швов. В таблице приведена структура базы данных режимов сварки. База данных содержит 1667 записей.

Дополнительно к информации о режимах сварки в базе данных содержатся сведения о параметрах разделки кромок, скорости подачи проволоки, а также (при сварке угловых швов в смеси газов) графическая информация в виде микрошлифов сварных швов.

Работа компьютерной системы ведется в режиме диалога с пользователем. Основная цель диалога — создать запрос к базе данных. Пользователю предлагается (рис. 1) перечень способов сварки для выбора одного из них. Для данного способа сварки формируется список видов сварных швов и их пространственного положения, причем таким образом, что доступными для продолжения диалога остаются только те виды сварного шва, для которых в базе данных имеется информация. В зависимости от выбранных способа сварки, вида и пространственного положения сварного шва пользователю предлагается диапазон толщин основного металла и возможные виды разделки кромок шва. На этом подготовка запроса к базе данных завершается.

Работу системы для полуавтоматической сварки в CO₂ проиллюстрируем на

Рис. 1. Формирование запроса к базе данных

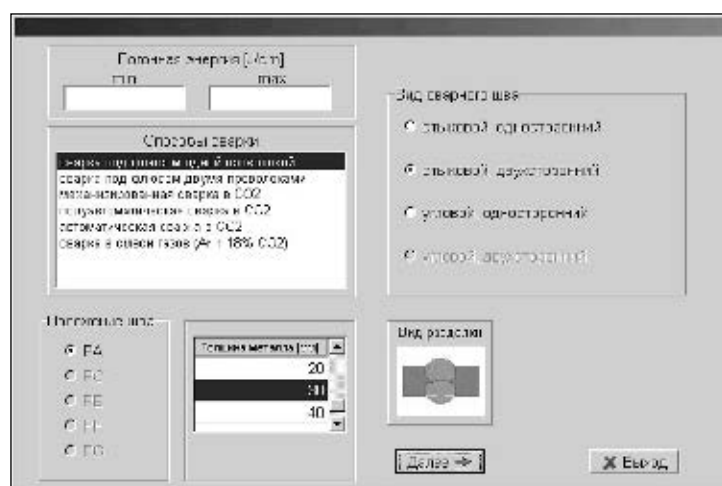


Рис. 2. Рекомендуемые режимы полуавтоматической сварки в CO₂ для стыкового двустороннего шва

примере сварки стыкового двустороннего шва в горизонтальном положении для основного металла толщиной 120 мм (рис. 2). В этом случае режимы сварки даются для трех диаметров проволоки отдельно для корневого, заполняющих и декоративных швов верхней и нижней разделки.

Дополнительно указываются три параметра разделки шва, а также скорость подачи проволоки. Аналогично представляется информация о режимах для других способов сварки в CO₂.

Для сварки в смеси газов для одного и того же диаметра проволоки пользователь получает информацию о возможных вариантах режимов сварки, отличающихся различным сочетанием силы сварочного тока, напряжения и скорости подачи проволоки. Для выбора наиболее рационального режима сварки пользователь может запросить дополнительную информацию о микрошлифе сварного шва (рис. 3), хранящуюся в графической базе данных. ● #435

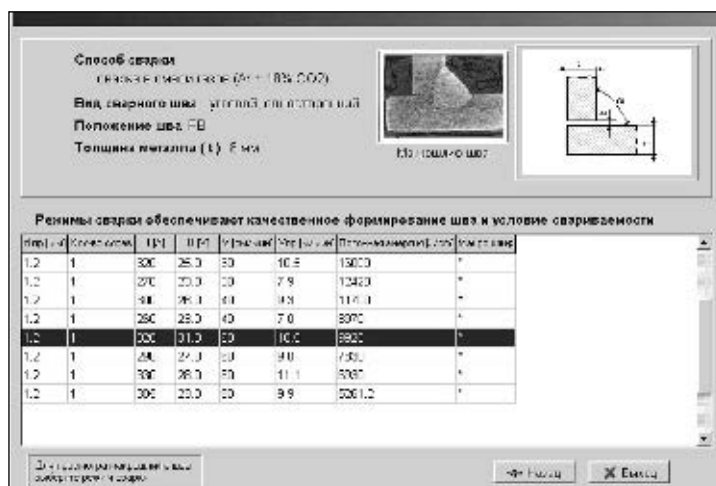
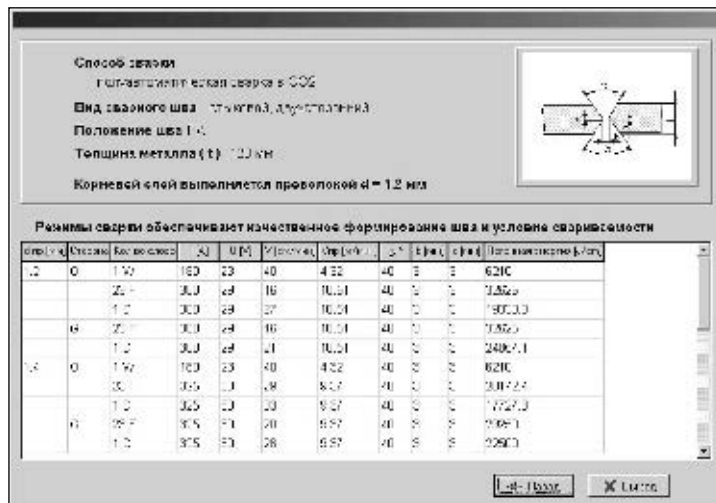


Рис. 3. Рекомендуемые режимы сварки углового шва в смеси газов



Жоржу Гавриловичу Голобородько — 60 лет

16 марта 2004 г. исполнилось 60 лет Жоржу Гавриловичу Голобородько, главному сварщику Херсонского судостроительного завода.

Родился Жорж Гаврилович в селе Новая Тягизка Белозерского района Херсонской области. В сентябре 1961 г., после окончания средней школы, поступил учеником электросварщика на Херсонский судостроительный завод, с которым неразрывно связал всю трудовую деятельность. Здесь он прошел путь от электросварщика, электрика, наладчика, мастера, старшего мастера, инженера-технолога отдела главного сварщика до начальника сварочной лаборатории, заместителя главного сварщика и затем главного сварщика завода.

В 1971 г. без отрыва от производства Жорж Гаврилович закончил Одесский политехнический институт, а в 1978 г. – Херсонский филиал Николаевского кораблестроительного института.

Ж. Г. Голобородько – высококвалифицированный специалист в области отечественного судостроения, при его непосредственном участии на заводе решаются многие сложные производственные вопросы процесса постройки судна. Уделяя большое внимание качеству заготовительного производства, Жорж Гаврилович явился инициатором разработки и внедрения на заводе процесса водно-воздушной плазменной резки. Много сил и энергии вложил он в освоение на заводе новых прогрессивных технологий, в том числе высокoeffективной технологии автоматизированной сварки с полупривудительным формированием стыковых монтажных соединений корпуса судна.

Свою производственную деятельность Ж. Г. Голобородько успешно совмещает с преподаванием сварочных дисциплин в Херсонском филиале Украинского государственного технического университета им. Адмирала Макарова.

Благодаря высоким деловым и человеческим качествам, большому жизненному и производственному опыту юбиляр пользуется заслуженным авторитетом и уважением коллег-сварщиков.

Совет Общества сварщиков Украины, Редакционный совет, редколлегия и редакция журнала «Сварщик» сердечно поздравляют Жоржа Гавриловича Голобородько с юбилеем! Желаем Вам крепкого здоровья, счастья, новых достижений, творческих успехов, благополучия Вам и Вашей семье!

Местная термообработка сварных штуцеров сосудов давления

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

При монтаже, реконструкции и ремонте сосудов давления (сферических, цилиндрических и др.) одной из наиболее сложных технологических операций является местная термообработка сварных штуцеров.

- Различают два вида сварных штуцеров:
- непосредственно врезаемых в оболочку сосудов давления;
 - ранее приваренных к оболочке сосудов давления, к которым приваривают трубы. Особенности такой термообработки являются:
 - небольшие размеры прямых участков на штуцерах или привариваемых элементах труб, затрудняющие нормативную установку электронагревателей;
 - сложная конструкция узлов приварки (сварки) штуцеров в оболочку сосудов давления (разные толщины стенок штуцеров и оболочек сосудов, наличие усиливающих накладок и т. п.);
 - сложные технологические требования к процессу термообработки (недопустимость сильного разогрева мест приварки и т. п.)

При местной термообработке можно применять практически все виды электрического нагрева: электронагревателями сопротивления и комбинированного действия, индукционный нагрев токами промышленной 50 Гц и средней частоты 2500 Гц. Выбор способа нагрева во многом зависит от конструкции сварного соединения.

При местной термообработке сварных соединений штуцеров, непосредственно врезаемых в оболочку сосудов давления, используют главным образом электронагреватели сопротивления и комбинированного действия.

Наиболее типичной является технология приварки штуцеров и люков-лазов к оболочке сферических резервуаров жидкого аммиака вместимостью 2000 м³ из стали 09Г2С, разработанная ОАО «ВНИИмонтажспецстрой».

При этом использовали электронагреватели КЭН-3, КЭН-4 и ГЭН, которые устанавливали как на участках оболочки

резервуара, примыкающих к штуцеру, так и на самом штуцере. Термообработку проводили по режиму высокого отпуска с нагревом до 650 °С.

В зависимости от расположения штуцеров и люка-лаза на верхней крышке сферического резервуара технологические приемы проведения местной термической обработки можно разделить на две группы:

- *индивидуальную термическую обработку* каждого сварного соединения приварки люка-лаза или штуцера — при расстоянии между центрами приварки элементов более 1,5–2 м (по этой же технологии следует проводить термическую обработку сварных соединений штуцеров на нижней крышке сферического резервуара);
- *групповую термическую обработку* одновременно нескольких близко расположенных штуцеров и люка-лаза — при расстоянии между центрами приварных элементов 1,5–2 м.

При разработке технологии индивидуальной термической обработки сварных соединений приварки штуцеров небольшого диаметра (до 200 мм) учитывали, что полная зона нагрева должна быть не менее 0,3 м по крышке сферического резервуара и не менее 0,1 м — по длине штуцера. Штуцеры больших диаметров (более 500 мм) и люки-лазы приваривают к оболочке сферического резервуара, и с наружной стороны устанавливают воротники, что усложняет конструкцию сварного узла. В этом случае предусматривается технология термической обработки сварного соединения до приварки усиливающего воротника с величиной полной зоны нагрева не менее 0,4 м по крышке сферического резервуара и не менее 0,15 м — по длине штуцера или люка-лаза.

Если термическую обработку будет выполняться после приварки усиливающего воротника, то рекомендуется увеличить зону полного нагрева по крышке сферического резервуара до 600–700 мм.

Термическую обработку сварных соединений отдельно расположенных штуцеров

небольшого диаметра следует проводить с использованием электронагревателей комбинированного действия КЭН-3 длиной 6,5, при этом должно быть не менее 5-6 витков электронагревателя вокруг штуцера (рис. 1, а).

Контроль температуры следует вести с помощью термоэлектрического преобразователя, установленного на сварном шве. Зона установки электронагревателей на крышке сферического резервуара и штуцере должна быть теплоизолирована магами типа МВТ суммарной толщиной 80 мм. Кроме того, следует закрыть теплоизоляцией прилегающий к зоне нагрева участок крышки и штуцера на длине не менее 200 мм. Для уменьшения тепловых потерь и перепада температуры по толщине стенки оболочки сферического резервуара необходимо закрыть теплоизоляцией отверстие штуцера, а также рекомендуют закрыть теплоизоляцией внутреннюю поверхность сварного соединения. Располагать витки электронагревателя КЭН-3 на штуцере не рекомендуют, как показала практика, из-за небольшой толщины стенки (обычно не более 8 мм) его нагрев будет осуществляться за счет теплопередачи от оболочки сферического резервуара.

Термическую обработку сварных соединений приварки штуцеров больших диаметров (более 400 мм) и люков-лазов следует проводить с использованием электронагревателей типов ГЭН, КЭН-3 и КЭН-4. При использовании ГЭН первый пояс электронагревателей устанавливают так, чтобы два пальца располагались на штуцере, для электронагревателей типа КЭН на штуцере следует устанавливать два витка (рис. 1, б, в). Кроме того, на крышке сферического резервуара следует установить еще два пояса ГЭН (при работе без воротника) или еще три пояса ГЭН, если усиливающий воротник приварен до термообработки. При использовании КЭН вокруг штуцера следует разместить 8-12 витков электронагревателя общей ширины зоны нагрева не менее 0,4 м (без установленного воротника) и не менее 0,6 м (при усиливающем воротнике). Температуру необходимо контролировать с помощью термоэлектрического преобразователя, установленного на сварном шве. Теплоизоляцию термообрабатываемого сварного соединения следует проводить аналогично предыдущему случаю. В связи с тем, что для сварного соединения с приваренным усиливаю-

щим воротником приходится нагревать двойную толщину металла (крышка сферического резервуара и усиливающий воротник), то с целью повышения качества термической обработки ее следует проводить с нагревом по верхнему пределу допустимой температуры.

При одновременной термической обработке сварных соединений нескольких близко расположенных штуцеров и люка-лаза (групповая термообработка) участок размещения этих элементов приварки разделяют на несколько зон нагрева, в каждой из которой электронагреватели ГЭН и КЭН подсоединяют к автономным источникам питания (рис. 2). При установке электронагревателей следует пользоваться правилами, приведенными для вышеуказанных случаев. Контроль температуры не-

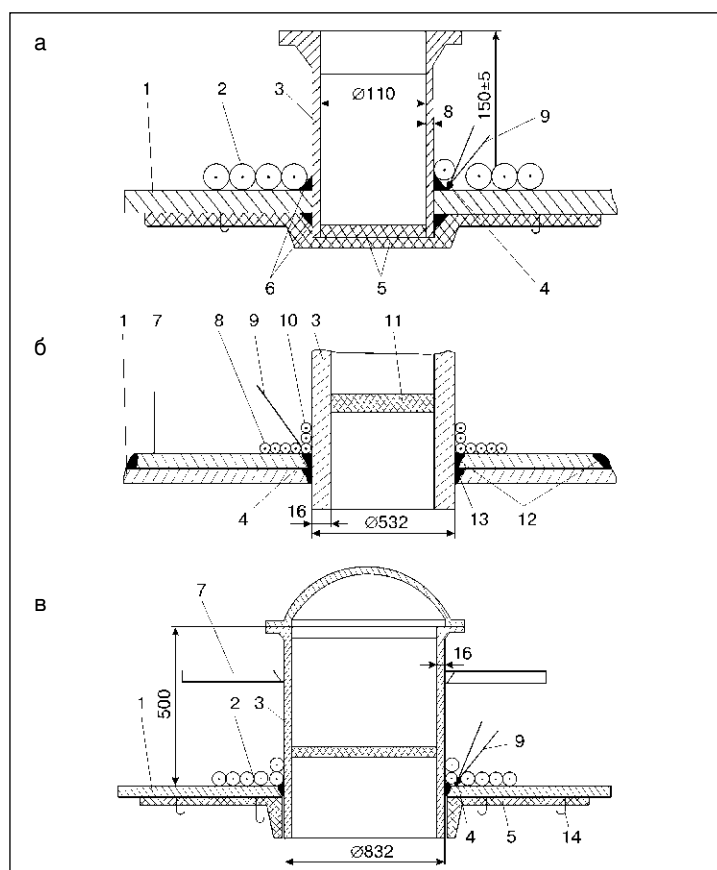


Рис. 1. Схемы установки электронагревателей при местной термообработке сварных соединений штуцеров и люков-лазов сферического резервуара жидкого аммиака вместимостью 2000 м³: а — штуцеры; б — люк-лаз диаметром 532 мм; в — люк-лаз диаметром 832 мм (1 — верхняя крышка; 2 — витки электронагревателя КЭН-3; 3 — штуцер или люк-лаз; 4 — место установки термоэлектрического преобразователя; 5 — внутренняя теплоизоляция; 6 — сварной шов; 7 — воротник; 8 — электронагреватель ГЭН на воротнике; 9 — термоэлектрический преобразователь; 10 — электронагреватель ГЭН на штуцере; 11 — заглушка; 12 — сварные швы воротника; 13 — сварные швы верхней крышки; 14 — крючки для крепления теплоизоляции)

Рис. 2. Схема расположения зон нагрева при групповой термической обработке сварных соединений на верхней крышке сферического резервуара вместимостью 2000 м³: 1 — верхняя крышка; 2 — люк-лаз; 3 — штуцеры (7 шт.); 4 — зоны нагрева

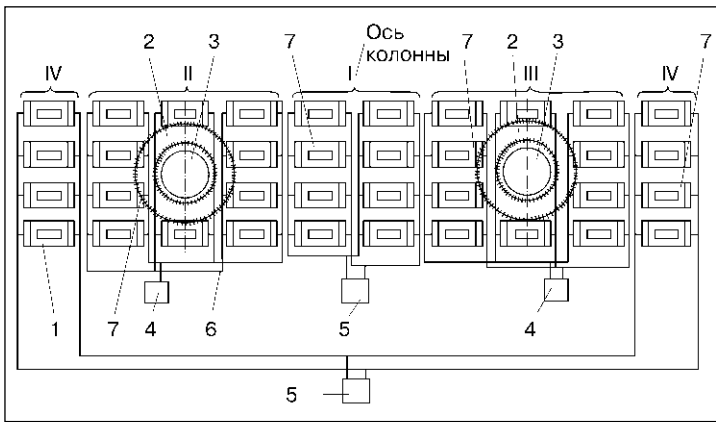
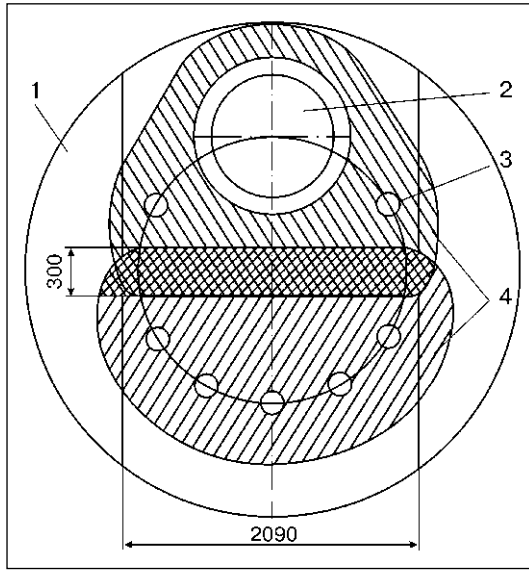
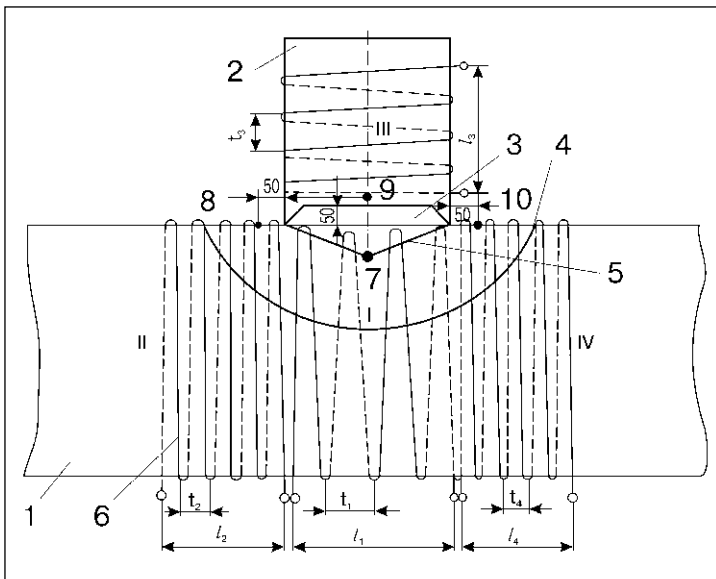


Рис. 3. Схема подключения секций ГЭН к источникам питания в зонах нагрева при местной термической обработке сварных соединений монтажных штуцеров с аппаратом: 1 — секции ГЭН; 2 — усиливающие накладки; 3 — монтажные штуцеры; 4 — сварочный трансформатор ТДФЖ-2002; 5 — сварочный трансформатор ТДФЖ-1002; 6 — токоподводящие провода; 7 — места установки термоэлектрических преобразователей; I-IV — зоны нагрева



обходимо вести в каждой зоне нагрева, установив по одному термоэлектрическому преобразователю в центре каждой зоны.

При монтаже технологического оборудования Астраханского газоперерабатывающего завода на корпусе аппарата К-1 (диаметр 3,4 м, толщина стенки 30 мм) из стали 09Г2С необходимо было провести местную термообработку двух монтажных штуцеров диаметром 325 мм. Штуцеры имели устанавливающие накладки, значительно увеличивающие зону нагрева при термообработке. Была использована схема кольцевого нагрева с помощью установки четырех поясов ГЭН по окружности аппарата (рис. 3). Кроме того, по одной секции ГЭН было установлено непосредственно на штуцере.

При изготовлении сварных тройников и тройниковых соединений (прямых врезок) на магистральных нефтегазопроводах диаметром до 1420 мм сварное соединение приварки штуцера выполняют с усиливающей накладкой и воротником (рис. 4). ОАО «ВНИИмонтажспецстрой» разработал технологию местной термообработки с нагревом до 650 °С при разбивке сварного соединения на четыре автономные зоны нагрева. В зависимости от размеров тройников для термообработки использовали до девяти электронагревателей КЭН-4-3.

При термообработке сварных соединений приварки к трубам штуцеров небольших диаметров (диаметром до 100 мм и длиной до 100 мм) применяют методику термообработки, при которой индуктор (возможен электронагреватель комбинированного действия) наматывают на трубу вместе с приваренным штуцером, при этом термоэлектрический преобразователь устанавливают на сварной шов (рис. 5, а). При изготовлении толстостенных тройников (диаметром до 426 мм с толщиной стенки до 50 мм) сварное соединение разделяют на три автономные зоны нагрева, каждую из которых нагревают отдельными индукторами (возможна замена на КЭН-4-3) (рис. 5, б).

Рис. 4. Схема установки КЭН и термоэлектрических преобразователей на сварном тройнике (с воротником и усиливающей накладкой) в зонах нагрева I-IV: 1 — обечайка; 2 — патрубок; 3 — усиливающая накладка; 4 — воротник; 5 — сварной шов приварки усиливающей накладки; 6 — витки КЭН; 7-10 — места установки термоэлектрических преобразователей; t_1-t_4 — шаг витков КЭН (w); l_1-l_4 — ширина установки КЭН; I-IV — зоны нагрева

Одной из основных трудностей приварки труб к штуцерам, предварительно вваренным в оболочку сосудов давления, является трудность нормативной установки на сварном соединении электронагревателей в связи с небольшой длиной штуцеров или привариваемых элементов труб (фланцев, задвижек и др.). При этом для размещения электронагревателей различного типа необходима разработка специальных технологических приемов.

При термообработке сварных соединений труб небольшого диаметра (≤ 168 мм) к штуцерам коллекторов (камер) рекомендуют схему групповой термообработки с использованием электронагревателей сопротивления на сварном соединении и для уравнивания возможных деформаций при нагреве — на коллекторе (рис. 6, а). Аналогичная схема нагрева возможна при установке электронагревателей комбинированного действия на сварное соединение и камеру (возможно использование индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц) (рис. 6, б).

Сварные соединения приварки задвижек к трубопроводам имеют небольшие размеры прямых участков (патрубков), что затрудняет нормативную схему установки электронагревателей. Кроме того, толщина стенки патрубка больше чем у трубы. Были разработаны два варианта термообработки таких сварных соединений с использованием электронагревателей типа КЭН и индукционного нагрева токами промышленной 50 Гц или средней частоты 1000–2500 Гц. По этим технологиям предусматривается усиленный нагрев патрубка задвижек с тем, чтобы обеспечить равномерный нагрев патрубка и привариваемой трубы. При установке КЭН на патрубок витки электронагревателя наматывают вплотную (шаг намотки 30 мм), а на привариваемой трубе шаг намотки витков значительно больше — 50–60 мм (рис. 7, а). Вследствие этого достигают равномерность нагрева сварного соединения. С этой же целью при индукционном нагреве на патрубок наматывают двойной индуктор с прокладкой между двумя слоями индуктора асбоцементных пластин (рис. 7, б).

При установке в трубопроводе дросельно-регулирующих клапанов с небольшими прямыми участками патрубков была использована схема зонального индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц с установкой одного индуктора на

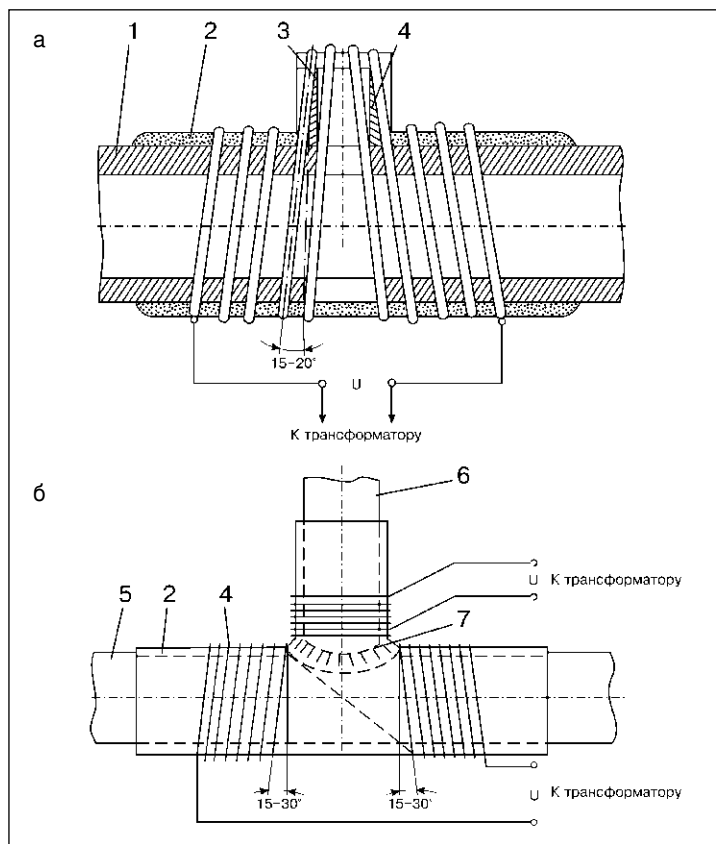


Рис. 5. Схемы установки индукторов при местной термообработке сварных соединений штуцеров: а — приварка штуцера к трубе; б — сварной тройник (1 — труба; 2 — теплоизоляция; 3 — индуктор с различным шагом витков; 4 — штуцер; 5 — основание тройника; 6 — патрубок тройника; 7 — сварной шов)

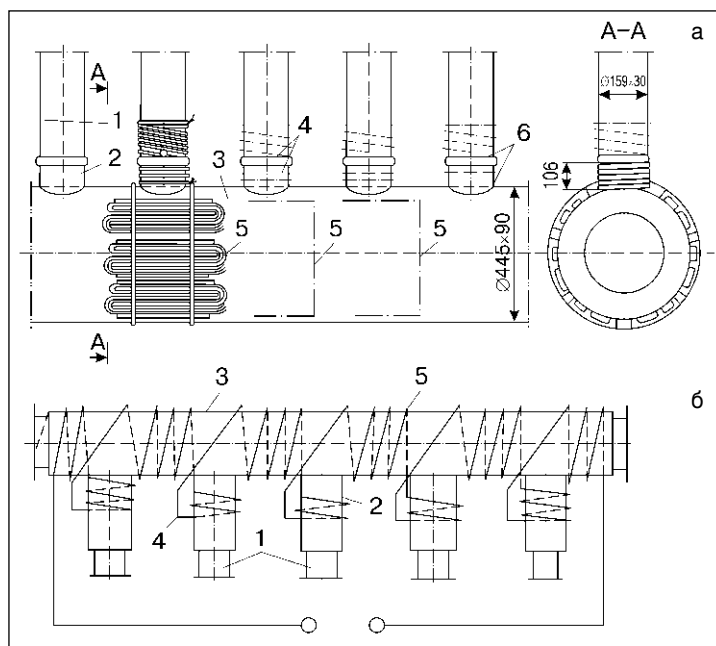


Рис. 6. Схемы установки электронагревателей при термообработке сварных соединений труб со штуцерами камер (коллекторов): а — с установкой электронагревателей сопротивления; б — с установкой индукторов (1 — труба; 2 — штуцер; 3 — камера; 4 — электронагреватель на штуцере; 5 — электронагреватель на камере; 6 — сварной шов)

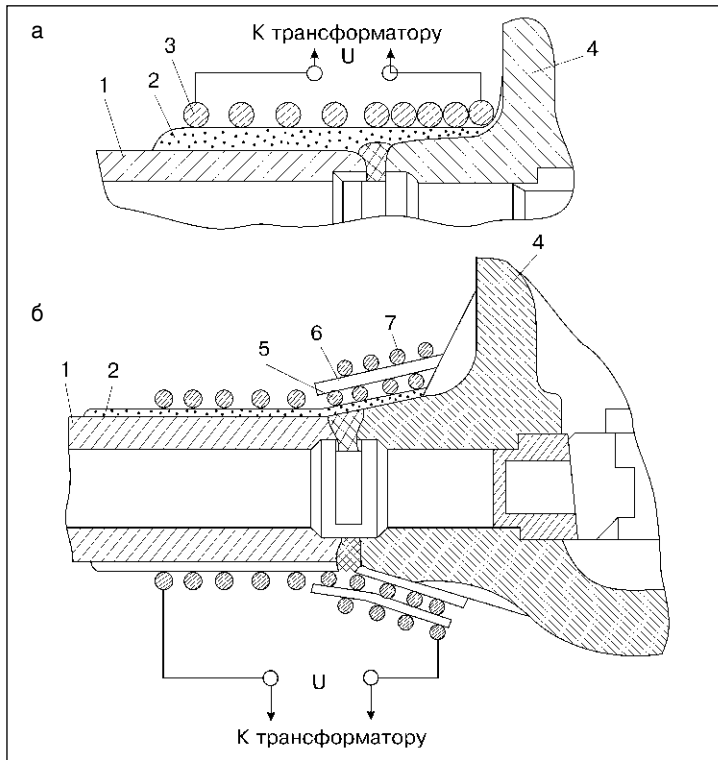


Рис. 7. Схемы установки электроннагревателей при термообработке сварных соединений труб с задвижками: а — с установкой индукторов или КЭН; б — с установкой двухслойного индуктора (1 — труба; 2 — теплоизоляция; 3 — индуктор или КЭН; 4 — задвижка; 5 — асбоцементная прокладка; 6 — внутренний слой индуктора; 7 — наружный слой индуктора)

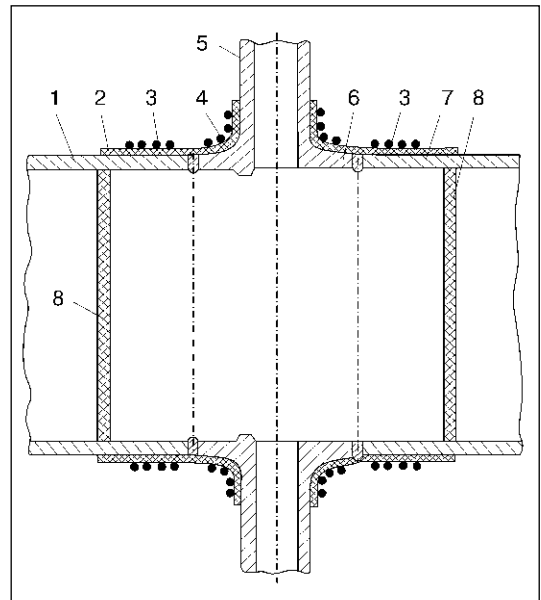


Рис. 8. Схема установки индукторов и теплоизоляции при проведении термической обработки сварных соединений дроссельно-регулирующих клапанов: 1 — патрубок обратного клапана; 2 — наружная теплоизоляция; 3 — секция индуктора, установленная на патрубок обратного клапана; 4 — секция индуктора, установленная на штуцер дроссельно-регулирующего клапана; 5 — штуцер дроссельно-регулирующего клапана; 6 — корпус дроссельно-регулирующего клапана; 7 — переходный патрубок трубопровода; 8 — внутренняя теплоизоляционная перегородка

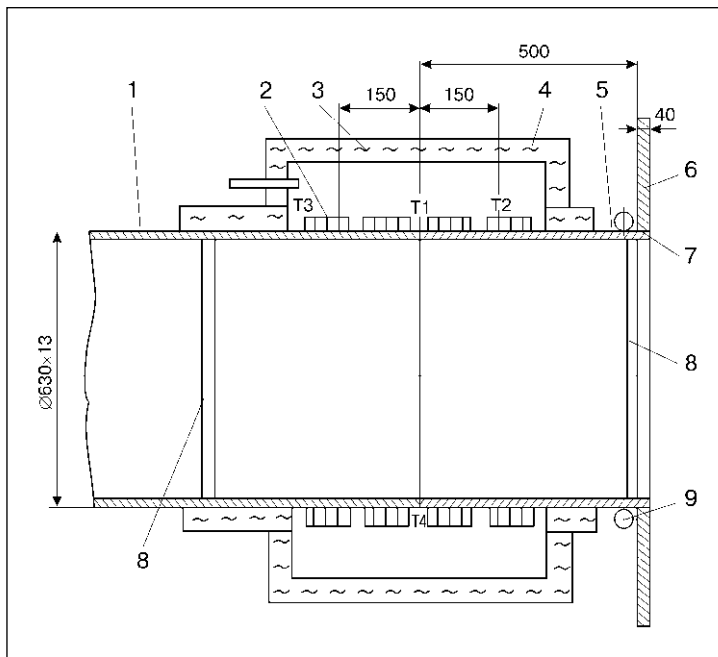


Рис. 9. Схема проведения термообработки сварного соединения трубы диаметром 30 мм натриевода с патрубком теплообменника: 1 — труба; 2 — пояса электроннагревателей ГПЭСА; 3 — защитный кожух; 4 — теплоизоляция; 5 — патрубок теплообменника; 6 — теплообменник; 7 — сварной шов; 8 — отражательные экраны; 9 — трубка для подачи воздуха; Т1–Т5 — места установки термодпар

привариваемые трубы, а другого — на патрубки клапана с намоткой части витков на его штуцер (рис. 8). При этом термообработку обоих стыков труб с патрубками клапана выполняли одновременно (групповая термообработка).

Дополнительные трудности возникают при необходимости соблюдения особых технологических требований к процессу термообработки. Так, при монтаже технологических трубопроводов из стали 18Н9 второго контура Белоярской АЭС с реактором на быстрых нейтронах БН-600 сварные соединения подвергали местной термообработке по режиму аустенизации с нагревом до 1030–1070 °С. К сварным соединениям труб размером 630×13 мм со штуцерами теплообменников были предъявлены требования, не допускающие сильный разогрев заводского сварного шва приварки штуцера к теплообменнику. Была принята технологическая схема проведения воздушного охлаждения этого сварного шва, при этом воздух под давлением подавали от компрессора по специальной трубке, установленной на сварном шве (рис. 9). ● #436

Новая модель сварочного аппарата TransPocket 1500 с устройством VRD

Инверторные источники питания для сварки в последние годы получили широкое распространение. Небольшие размеры и масса, малая инерционность, улучшенные динамические свойства выгодно отличают инверторы от традиционных сварочных трансформаторов и выпрямителей.

Источники питания на основе инверторных преобразователей эффективно применяют для дуговой сварки плавящимся (ММА) и неплавящимся (TIG) электродами.

Безусловным лидером в производстве источников питания для сварки является фирма FRONIUS (Австрия). Аппараты серии TransPocket обладают рядом преимуществ, которые делают их незаменимыми для сварки в мастерских, на стройплощадках, при монтаже и ремонте металлоконструкций различного назначения. Аппарат TransPocket 1500 обеспечивает плавное регулирование силы сварочного тока в диапазоне от 10 до 150 А, контроль напряжения на дуге, импульсную сварку TIG с контактным поджигом дуги, автоматическую подачу газа при возбуждении дуги, плавное снижение сварочного тока при заварке кратера (TIG).

Сварочный аппарат TransPocket 1500 имеет системы защиты от коротких замыканий и температурных перегрузок, он прост и надежен в эксплуатации. Новая модель TransPocket 1500 оснащена специальным устройством VRD — Voltage Reduction Device, обеспечивающим автоматическое снижение напряжения холостого хода до 12 В.

Напряжение холостого хода, которое обеспечивает надежное зажигание дуги, составляет 60–80 В. При неблагоприятных обстоятельствах (смене электрода, случайном контакте с электрододержателем и т. п.) оно может вызвать поражение сварщика сварочным током.



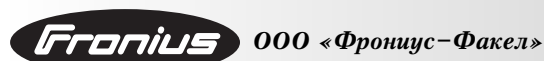
Устройство VRD защищает сварщика путем отключения источника питания при обрыве дуги. На электрод при этом подается напряжение 12 В, которое позволяет сформировать сигнал о зажигании дуги при касании электродом изделия. Блок пропускает на электрод напряжение холостого хода при условии снижения сопротивления сварочной цепи ниже, чем минимальное сопротивление тела сварщика (200 Ом).

Применение устройства VRD сохраняет высокие сварочно-технологические свойства TransPocket 1500 и существенно повышает безопасность выполнения сварочных работ.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети, В.	230 (±15%)
Напряжение холостого хода, В.	12
Номинальное рабочее напряжение на дуге, В.	20,4–25,6
Диапазон регулирования силы сварочного тока, А	10–150
Сила номинального сварочного тока (10 мин, 40 °С), А, при:	
ПН=35%	140
ПН=100%	50
Тип защиты.	IP23
Габаритные размеры, мм.	315×110×200
Масса, кг	4,7

● #437



07455 с. Княжичи (Киевская обл., Броварской р-н)
Тел.: (04494) 54-170, 62-768
E-mail: fronius_welding@realtel.net.ua

ООО «САЛЕКС» предлагает щековые дробилки фирмы RETSCH

Э. М. Кавун, ООО «САЛЕКС» (Киев)

Щековые дробилки RETSCH – это современное технологическое оборудование, в котором используется принцип принудительной подачи материала в зону дробилки. Загружаемый материал поступает через воронку в рабочую камеру. Измельчение происходит в клинообразной шахте между фиксированной дробящей щекой и щекой, приводимой в движение приводным валом с эксцентрикой. Благодаря эллиптическим движениям дробящей щеки материал дробится и ссыпается вниз как только становится меньше ширины щели. Плавная регулировка ширины щели гарантирует достижения оптимального размера частиц дробленого материала.

Дробилки фирмы RETSCH (Германия) применяют для измельчения горных пород, минералов, руд, стекла, керамики, хрупких металлических сплавов, шлаков, синтетических смол и многих других твердых и хрупких веществ.

На щековых дробилках может быть измельчен любой твердый и хрупкий материал, имеющий степень твердости менее 3 по шкале Моса. При дроблении влажных материалов, а также материалов, имеющих степень твердости более 3 по шкале Моса, возникает избыточное напряжение на дробильных щеках, что приводит к закупоркам и, как следствие, к прекращению подачи материала в дробильную камеру. Дробление таких материалов на щековой дробилке невозможно.

На щековых дробилках успешно можно дробить боксит, доломит, железную руду, полевой шпат, графит, известняк, гравий, уголь, кокс, корунд, кварц, шамот, шлак, силикаты, керамику и др.

Безопасность является важной особенностью щековых дробилок RETSCH. В загрузочную воронку нельзя проникнуть руками, а направляющие перегородки предотвращают отскакивание измельчаемых материалов. Встроенные тарельчатые пружины и выключатель термической перегрузки обеспечивают защиту

щековых дробилок от перегрузок. Воронка для подачи материала закреплена на петлях, и для облегчения чистки на щековых дробилках ВВ 100–ВВ 300 она легко снимается. Щековые дробилки работают очень плавно и производят мало шума на рабочем месте. Они практически не требуют технического обслуживания.

Щековые дробилки RETSCH применяют в лабораториях и промышленных условиях. Они могут быть использованы для контроля качества сырья. Предложено четыре модели щековых дробилок: ВВ51, ВВ100, ВВ200, ВВ300 с крупностью загружаемого материала от 35 мм до 150 мм. В зависимости от используемой модели может быть достигнута конечная тонкость менее 0,5 мм (табл. 1).

Мелющие щеки дробилок RETSCH изготавливают из различных материалов, что обуславливает их многостороннее применение и длительный срок службы. Для изготовления мелющих щеки применяют стали и сплавы (табл. 2):

- марганцовистую сталь, которая в процессе эксплуатации подвергается механическому упрочнению, поэтому становится со временем более твердой;
- нержавеющую сталь для дробления не слишком твердых материалов, и если сам материал может стать причиной коррозии;
- карбид вольфрама, устойчивый к трению, что значительно увеличивает срок службы даже при измельчении материалов со степенью твердости до 7–8 по шкале Моса;
- оксид циркония, частично стабилизированный оксидом иттрия для измельчения керамических материалов, позволяющий производить измельчение без намола тяжелых металлов, что важно, например, для керамики, используемой в стоматологии, или при получении оптического стекла;
- сплавы стали, не содержащие тяжелые металлы, для подготовки проб материалов, которые будут впоследствии исследованы на содержание тяжелых металлов (строительные отходы, образцы почв или же дорожные покрытия и др.).

В процессе эксплуатации мелющие щеки изнашиваются, и зазор между ними увеличивается. Если ширину зазора между щеками устанавливают пошагово, компенсировать износ невозможно. В щековых дробилках RETSCH ширину зазора можно плавно регулировать, следовательно, износ мелющих щек может быть компенсирован. Для этого медленно изменяют величину зазора между щеками во время работы

Таблица 1. Крупность загрузки, конечная тонкость и производительность щековых дробилок RETSCH

Параметр	Тип			
	ВВ 51	ВВ 100	ВВ 200	ВВ 300
Крупность загрузки, мм	До 35	До 50	До 90	До 150
Конечная тонкость, мм	До 0,5	До 1,0	До 2,0	До 5,0
Производительность, кг/ч	До 1000	До 200	До 300	До 600

Таблица 2. Вид поверхности мелющих щек дробилок

Материал	Тип			
	ВВ 51	ВВ 100	ВВ 200	ВВ 300
Марганцовистая сталь	Гладкая	Гладкая	Ребристая	Ребристая
Нержавеющая сталь	Гладкая	Гладкая	Ребристая	Ребристая
Карбид вольфрама	Гладкая	Гладкая	Гладкая	По запросу
Оксид циркония	Гладкая	—	—	—
Сплав стали без тяжелых металлов	Гладкая	Гладкая	Ребристая	Ребристая

Таблица 3. Эксплуатационные характеристики щековых дробилок RETSCH

Показатель	Тип			
	BB 51	BB 100	BB 200	BB 300
Область применения	Предварительное дробление небольшого количества материала с большим начальным размером частиц	Предварительное дробление твердых, хрупких материалов с твердостью не менее 3 по шкале Мосса; особенно эффективны для стандартного уменьшения размера измельчаемых материалов, таких как минералы, руды и ископаемое топливо	Предварительное дробление твердых, хрупких материалов с твердостью не менее 3 по шкале Мосса; особенно эффективны для стандартного уменьшения размера измельчаемых материалов, таких как минералы, руды и ископаемое топливо, также подходит для уменьшения размера материала на производственных предприятиях, если их установить на участке отбора проб	Предварительное дробление твердых, хрупких материалов с твердостью не менее 3 по шкале Мосса, также подходит для уменьшения размера материала на производственных предприятиях, если их установить на участке отбора проб
Исходный материал	Средне-твердый, твердый, хрупкий, вязкий			
Исходный размер частиц, мм	<35	<50	<90	<150
Конечная тонкость, мм	D90<0,5	D90<1,0	D90<2,0	D90<5,0
Объем приемного лотка, л	1	2	5	27,5 / 35,4
Ширина щеки, мм	40×40	60×60	100×100	150×200
Отображение ширины зазора	Цифровое	Аналоговое	Аналоговое	Аналоговое
Комплект для удаления пыли	В пылезащищенном исполнении	По заказу	По заказу	По заказу
Централизованная смазка	—	—	По заказу	По заказу
Потребление энергии, Вт	1100	750	1500	3000
Ширина, высота, диаметр, мм	360×510×580	320×960×800	450×1160×900	670×1450×1600
Масса нетто, кг	79	137	300	700

двигателя до их соприкосновения. Полученную таким образом новую нулевую точку сохраняют, нажав на кнопку переустановки в дробилке BB51, или подрегулировав шкалу в дробилках BB 100, BB 200 и BB 300.

При выборе щековой дробилки учитывают, прежде всего, начальную крупность и количество загружаемого материала (табл. 3).

Для измельчения могут быть использованы следующие мельницы фирмы RETSCH:

- шаровые и вибрационные для тонкого помола материалов с максимальным размером частиц от 6 до 10 мм, минимальный размер частиц после размолла менее 0,001 мм;
- механические ступки для измельчения мягких, твердых и хрупких материалов до конечной тонкости менее 0,01 мм (в зависимости от модели ступки, максимальная начальная крупность от 8 до 10 мм);
- дисковые или вибрационные дисковые мельницы для средне-твердых, хрупких и жестких материалов с начальной крупностью до 15 мм, истирающие образец примерно до 0,04 мм, при пробоподготовке образцов для спектрального анализа (конечная тонкость частиц до 0,1 мм).

Наряду со щековыми дробилками RETSCH ООО «SALEX» предлагает широкий спектр

лабораторного измельчающего оборудования этой же фирмы для лабораторий предприятий горнорудной, металлургической, химической промышленности, для центров стандартизации и контроля, включая и контроль окружающей среды. В это оборудование входят также ультрацентрибежные мельницы, ударные мельницы различных модификаций, лабораторные механические ступки, быстроходные планетарные мельницы, дисковые мельницы, шаровые и шаровые вибрационные мельницы, вспомогательное оборудование, высокотехнологическое оборудование для посева и сита с ячейками от 20 мкм до 125 мм различного диаметра. Аналитическое оборудование соответствует стандартам DIN ISO 3310/1 и ASTM E11.

ООО «САЛЕКС» — украинское научно-производственное объединение предприятий, основанное в 1993 г., деятельность которого направлена на комплексное обеспечение предприятий Украины оборудованием для контроля качества и лабораторных исследований. ООО «САЛЕКС» более 10 лет удерживает лидирующие позиции по качеству и комплексному внедрению передовых технологий в лабораториях. За это время укомплектовано «под ключ» более 100 современных лабораторий во всех областях народного хозяйства Украины. ● #438



Комплексное обеспечение лабораторий
Официальный представитель в Украине
ООО «САЛЕКС» — 10 лет на рынке Украины

Украина, 03190, Киев—190, ул. Баумана 9/12
Тел./ф. (многоканальный): (044) 459 5900
E-mail: salex@salex.kiev.ua
http://www/salex.kiev.ua

Высокоэффективные системы плазменной резки нового поколения фирмы Хайпертерм (Hypertherm®)

Европейский центр технической поддержки (Нидерланды) фирмы Хайпертерм (США) в феврале 2004 г. проводил обучение и практические занятия по источникам плазменной резки для сотрудников авторизованного партнера ОАО «ЗОНТ» (Одесса, Украина). Здесь была представлена новейшая система HyPerformance™ HPR130™ для механизированной плазменной резки металла толщиной от 0,5 до 38 мм, резки с постоянной пробивкой металла толщиной 25 мм, а также маркировки листового металла. Маркировку и резку выполняют без смены катодов и сопел.

В системе HPR130™ использована уникальная комбинация трех проверенных и отлично зарекомендовавших себя на практике технологических решений фирмы Хайпертерм — высокоточной HyDefinition®, высокоскоростной HySpeed® и технологии LongLife®.

Система HPR130™ обеспечивает практически безгратовую резку с постоянными, повторяющимися характеристиками реза при минимальных по сравнению с другими системами плазменной резки значениях угла скоса кромки, высокое качество реза, постоянное во всем диапазоне разрезаемых толщин.

Скорость резки при силе тока 130 А соответствуют скорости резки при силе тока 200 А на других системах, а при резке металла толщиной 12 мм — на 25% выше скорости на любых других прецизионных системах.

Для получения качественного реза различных металлов (низкоуглеродистой стали, нержавеющей стали и алюминия) в системе HPR130™ используют различные газы: кислород, азот, воздух, H35 (смесь 65% аргона и 35% водорода), F5 (смесь 95% азота и 5% водорода). Различные комбинации газов позволяют получить чистый рез без графа и скоса кромки. При этом на кромках реза не происходит азотирование низкоуглеродистой стали и оксидирование нержавеющей стали и алюминия. Технологические параметры плазменной резки приведены в таблице.

В системе HPR130™ используют технологию LongLife®, обеспечивающую большой срок службы катодов и сопел, что наполовину снижает стоимость реза по сравнению со стоимостью, получаемой при использовании других технологий плазменной резки.

Технология LongLife® фирмы Хайпертерм для кислородной плазменной резки является наиболее значительным достижением в развитии плазменной резки за последние годы. Эффективность процесса LongLife® достигнута за счет:

- смешивания газов (кислорода и азота) при формировании дежурной дуги;
- нарастания силы тока и газового потока при возникновении рабочей дуги;
- снижения силы тока и расхода газа при отключении рабочей дуги.

Для обеспечения LongLife® процесса разработан плазмотрон с новой технологической системой потоков газа и источник плазмы с прецизионным микропроцессорным управлением силой тока. Точное управление потоками плазмообразующего и защитного газов в резачке обеспечивает газовый блок с микропроцессором. Сопло защищено изолированным медным кожухом, что повышает срок его службы и обеспечивает надежную пробивку листов.

Для высокоточной резки металла малых толщин (до 10 мм) без скоса кромки используют HyDefinition® процесс, который позволяет получить необходимую плотность и цилиндричность плазменной струи. Тестированием системы в лаборатории установлено, что срок службы катода системы HPR130™ в 4–6 раз больше, чем при стандартной плазменной кислородной резке и составляет в среднем 600–1200 включений при 2,6 ч работы. Испытания в лабораториях Хайпертерм и в других независимых лабораториях показали, что установка обеспечивает ПВ=100% при температуре от -10 до +40 °С и влажности 95%.

Стоимость системы HPR130™ в два раза ниже, чем стоимость источника плазменной резки HD 4070, производимой этой же фирмой.

● #439

В. А. Яремченко,

ОАО «ЗОНТ» АВТОГЕНМАШ®,

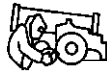
65104 Одесса, просп. Маршала Жукова, 104,

Тел.: (+3 8048) 717-0050;

Факс: (+3 8048) 715-6950

Таблица. Технологические параметры плазменной резки

Процесс	Толщина, мм	Сила тока, А	Газ (плазмообразующий-защитный)
Резка:			
низкоуглеродистой стали	0,5–6	30	O ₂ – O ₂
	2–38	80–130	O ₂ – воздух
нержавеющей стали	0,8–4	30	N ₂ – N ₂ или F5 – N ₂
	0,8–10	30	F5
	10–25	100	H35 – N ₂
алюминия	1,2–25	100	Воздух—воздух
Маркировка всех металлов	1,0–25	15	N ₂ – N ₂



Увековечение деятельности Николая Гавриловича Славянова

А. Н. Корниенко, ИЭС им. Е. О. Патона

150 лет назад — 5 мая 1854 г. — в с. Никольское Задонского уезда Воронежской губернии родился Николай Гаврилович Славянов — создатель способа дуговой сварки с применением флюсовой защиты и механизма автоматической подачи плавящегося электрода.

В 1877 г. Н. Г. Славянов окончил Петербургский горный институт и получил назначение на Воткинский казенный завод, затем работал на Омутнинских заводах. С 22 ноября 1883 г. началась его трудовая творческая деятельность на Пермских пушечных заводах. В Перми он проработал до конца жизни (5 октября 1897 г.), пройдя путь от управляющего механических фабрик до горного начальника*.

В хронологии публикаций о Н. Г. Славянове имеется перерыв — после 1915 г. Если не считать двух статей, где его упоминали в связи со способом сварки плавящимся электродом, следующая статья о нем и его работах была напечатана в 1938 г.

Идея увековечить память изобретателей сварки Н. Н. Бенардоса и Н. Г. Славянова возникла в конце 1930-х гг. на сварочном факультете Московского механико-машиностроительного института им. Н. Э. Баумана (ныне МВТУ им. Н. Э. Баумана) в связи с 50-летними юбилеями изобретения электросварки. Для выставки, посвященной деятельности Н. Н. Бенардоса и Н. Г. Славянова, их сыновья передали институту имевшиеся у них ценные материалы. Выставка по истории сварки была открыта в 1939 г., однако, как рассказал позже (1979 г.) К. К. Хренов, уже в 1941 г. большинство документов было передано в Архив АН СССР, а образцы сварных соединений и чертежи — в Политехнический музей, где и были размещены в зале истории сварки.

В МВТУ остались и экспонировались в основном фотокопии. В 1947 г. сыновья Н. Г. Славянова приехали в Пермь с письмом президента АН СССР С. И. Вавилова и предложением вспомнить о выдающемся изобретателе. К тому времени место захоронения Славянова было утеряно, однако с помощью старых рабочих удалось разыскать его могилу, была откопана и чугунная надгробная плита. Прах изобретателя провезли на орудийном лафете по городу и торжественно перезахоронили в сквере возле Пермского механического техникума (1948 г.). Там же сооружен и бронзовый бюст на

гранитном постаменте (1954 г.). В Перми именем Н. Г. Славянова были названы одна из улиц и механический техникум, на двух домах, где жил Славянов, установлены мемориальные доски.

Имя Н. Г. Славянова уже не забывалось. О нем писали Г. А. Николаев, В. П. Никитин, Б. Е. Патон, местные краеведы А. К. Шарц и М. Н. Колпаков и, наконец, профессиональный историк сварки А. А. Чеканов и др. В 1979 г. в Перми проходила научно-техническая конференция, посвященная 125-летию со дня рождения изобретателя. В ее работе приняла участие и делегация ИЭС им. Е. О. Патона.

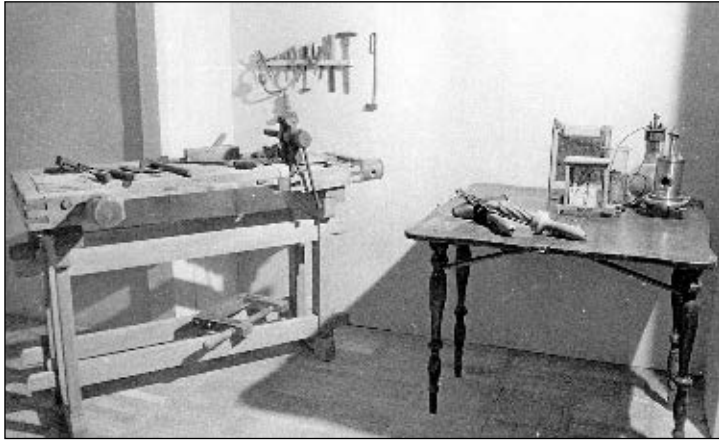
В Пермском краеведческом музее, богатом реликвиями промышленности Урала, мы увидели и экспонат, в 1893 г. поразивший посетителей Всемирной выставки в Чикаго — многослойный «стакан» из наплавленных разнородных металлов. А в музее Машиностроительного завода (бывшего Мотовилихинского пушечного) сохранились точная копия плавильника (подающий механизм) и письменный стол Н. Г. Славянова. Мое предложение собрать все это и то, что еще может быть на руках у родственников, в единый мемориальный музей, в резолюцию конференции не записали. «Слишком мало экспонатов, прошло сто лет, ничего не найдем, к тому же в доме Славянова разместились службы многоорденоносного сверхсекретного завода, подчиняющегося только Москве», — возразили мне. Действительно, оснований для отклонения было достаточно.

Но в ИЭС им. Е. О. Патона был уже опыт создания мемориальных музеев. В 1981 г. были открыты музеи Н. Н. Бенардоса в Киевской и Ивановской областях. Была выполнена большая поисковая работа. Спустя почти век после изобретения дуговой сварки удалось найти много личных вещей, десятки подлинных чертежей, реконструировать сварочные аппараты и сварить образцы и даже отремонтировать колокола по технологии Н. Н. Бенардоса. В залах Переяславского музея, представляющих лабораторию и мастерскую, разместились физические и химические приборы, аккумуляторы, генератор, паровая машина XIX в. Кроме того, в Переяслав-Хмельницком музее Н. Н. Бенардоса в зале «История сварки» достойное место заняла экспозиция о Н. Г. Славянове.



Зал истории сварки (музей Н. Бенардоса, Переяслав-Хмельницкий)

* О жизни и деятельности Н. Г. Славянова см. «Сварщик». — 2001. — № 4. — С. 46.



Экспозиция лаборатории изобретателя (Пермь, музей Славянова)



Зал изобретений Н. Г. Славянова (Пермь, музей Славянова)

Для этой экспозиции Политехнический музей (Москва) подарил музею плавильник и несколько образцов многослойной наплавки, а Пермский политехнический институт — бюст Н. Г. Славянова. В 1981 г. по просьбе директора Политехнического музея Г. Г. Григоряна я разработал новый тематико-экспозиционный план зала сварки отдела машиностроения, где выставлены генератор Н. Г. Славянова, плавильник, второй экземпляр «стакана», несколько отремонтированных отливок и образцы наплавки различных металлов. Таким образом, в общих исторических экспозициях Славянов уже был представлен.

Идею создания музея Н. Г. Славянова в Перми поддержал Борис Евгеньевич Патон. 24 апреля 1985 г. на совещании у директора Института электросварки мне было официально поручено разработать план мероприятий по празднованию 100-летия изобретения. 15 октября совместные предложения ИЭС им. Е. О. Патона и кафедры сварочного производства ППИ были одобрены на заседании Советского национального комитета Международного института сварки. Б. Е. Патон договорился с первым секретарем Пермского обкома КПСС Б. В. Коноплевым не только об освобождении дома Н. Г. Славянова и создания там музея, но и о сооружении большого памятника изобретателю. Городские власти, протестовавшие против существования в Перми двух памятников Н. Г. Славянову (при одном памятнике Ленину), согласились, и в ноябре 1986 г. В. Суркин (первый секретарь горкома) и В. Парфенов (председатель горисполкома) передали Б. Е. Патону утвержденный ими «План мероприятий по подготовке и проведению 100-летнего юбилея изобретения Н. Г. Славянова».

Ветераны Мотовилихинского завода, на котором работал Н. Г. Славянов, сотрудники Пермского политехнического института, общественность города горячо откликнулись на предложение ИЭС им. Е. О. Патона создать музей. Как и ожидалось, нашлось много старой утвари, светильников, инструментов, приборов, фотографий; в государственных и частных архивах были обнаружены интересные документы, несколько славяновских рукописей и грамот передан музею К. К. Хренов.

Группа, занимавшаяся подготовкой музея Славянова, побывала в мемориальном музее Н. Н. Бенардоса в Переяслав-Хмельницком, и было решено, что создаваемый в Перми музей должен иметь аналогичную структуру. В то время оформление должно соответствовать условиям жизни и деятельности Н. Г. Славянова; с максимальной подлинностью должно быть отреставрировано и здание Дома-музея. Следует отметить, что все эти требования удалось выполнить благодаря напряженной квалифицированной работе сотрудников кафедры сварочного производства ППИ Л. Н. Битинской и Т. Ф. Мочаловой, сотрудников областного краеведческого музея В. А. Баландина, Г. И. Гуляевой, С. А. Димухаметовой, Т. П. Чураковой, художника М. Г. Павлокевича и краеведа М. Н. Колпакова.

Центральную часть экспозиции музея занимает кабинет, где размещается стол, за которым работал Славянов, его письменный прибор, рядом два стула и кресло — подлинная мебель из кабинета изобретателя. В гостиной собрана мебель, схожая с той, что стояла в доме Н. Г. Славянова. В следующем зале можно ознакомиться с творческой и производственной деятельностью создателя новых технологий сварки и литья металлов. Инструменты Н. Г. Славянова расположены на верстаке с приборами и держателями, восстановленными по чертежам Н. Н. Бенардоса (подарок ИЭС им. Е. О. Патона). В этом же зале находится электроплавильник, макет генератора и образцы деталей, сваренных и отлитых по способу Н. Г. Славянова. ИЭС им. Е. О. Патона передал для зала истории сварки образцы оборудования, макеты и сварные изделия. Здесь же разместилась экспозиция подарков музею.

На конференцию, посвященную 100-летию изобретений Н. Г. Славяновым способа сварки плавящимся электродом и электроплавки, собрались специалисты со всего Советского Союза. Мемориальный музей Н. Г. Славянова в Перми был торжественно открыт 14 сентября 1988 г. В тот же день был открыт и второй памятник выдающемуся изобретателю.

В заключение следует отметить, что с 1 января 1989 г. дом-музей Н. Г. Славянова стал филиалом Пермского областного краеведческого музея и вошел в реестр государственных музеев. ● #440

Промышленность Турции на пути эффективного развития: WIN — Мир промышленности 2004

Промышленная выставка WIN — Мир промышленности, проходившая с 11 по 14 марта 2004 г. в Выставочном центре TUYAP в Стамбуле (Турция), собрала более 70 000 профессионалов, которые смогли найти новые коммерческие предложения и возможности на рынке Евразии. Объединение семи специализированных экспозиций — автоматизация, электротехника, машиностроение, складское хозяйство, сварка, химия, гидравлика и пневматика — дало возможность удовлетворить интерес как участников, так и посетителей выставки. Эта выставка позволила создать великолепную платформу для налаживания и развития деловых контактов.

WIN — Мир промышленности 2004 стала крупнейшей выставкой в Турции по количеству участников. В ней приняли участие 664 непосредственных экспонентов (596 в 2003 г.). Компании из 12 стран демонстрировали свою продукцию и технологии на выставочной площади в 21 450 м². Кроме презентации большого Немецкого павильона, организованного на весьма высоком техническом и дизайнерском уровне, впервые были представлены Европейский и Индийский павильоны. Делегациями из Германии и Индии были организованы симпозиумы, направленные на расширение деловых отношений с турецкими производителями и поставщиками промышленной продукции.

Выставка WIN 2004 привлекла внимание 78 000 посетителей, целью визита которых был поиск возможностей для создания и расширения партнерских отношений на рынке Евразии. Значительный интерес выставка вызвала у представителей 110 специализированных изданий, а также национальных и международных СМИ.

Экспоненты были весьма удовлетворены результатами участия в выставке. Большое количество высокопрофессиональных посетителей и широкий спектр представленных экспозиций стали для участников решающими факторами для принятия решения об участии в следующей выставке. Увеличе-



ние количества участников, посетителей и выставочной площади еще раз подтвердило, что концепция WIN удовлетворяет самым высоким требованиям рынков Евразии.

Большой интерес вызвал «Промышленный Саммит», который стал превосходной платформой для обмена технической информацией. Он объединил 157 конференций, семинаров, форумов, круглых столов, мастер-классов и презентаций.

Проводимые мероприятия собрали воедино международный опыт семи отраслей промышленности, представленных на выставке. Профессионалы, принимавшие в них участие, получили полное представление о текущей ситуации, тенденциях развития и потенциальных возможностях на

промышленном рынке. Здесь была возможность провести переговоры с лидерами различных отраслей промышленности.

Поддержку выставки обеспечивали 18 национальных и международных ассоциаций и организаций. WIN 2004 организована при сотрудничестве Bilesim Yayincilik Fuarcilik и Hannover-Messe International Istanbul, местным представительством Deutsche Messe AG — одним из ведущих организаторов выставок в мире. Объединение опыта, потенциалов и новых разработок обоих партнеров позволило обеспечить самый высокий уровень обслуживания выставки. Руководствуясь последними достижениями и изменениями турецкой промышленности, выставка объединила традиционные отрасли промышленности Турции с развивающимися секторами рынка.

Проведение следующей выставки WIN планируется 17–20 марта 2005 г.

За дополнительной информацией обращайтесь:

Ms. Melda Ozlem Yetis — Marketing&PR Coordinator
Hannover-Messe International Istanbul

Phone: +90.212.334 69 51

Fax: +90.212.334 69 34

E-mail: ozlem.yetis@hf-turkey.com

Web: www.win-fair.com

Календарь выставок на 2004 г.

Россия (окончание. Начало в № 1). По информации www.exponet.ru, www.infoexpo.ru

Дата	Место проведения	Название выставки	Подробности	Организатор
01.06–04.06	Красноярск	Машиностроение–2004	Специализированная выставка	«Красноярская Ярмарка» http://www.krasfair.ktk.ru krasfair@krasfair.ru
15.06–18.06	Нижний Новгород, ВК «Нижегородская Ярмарка»	Сварка–2004	VIII специализированная выставка с международным участием	«Нижегородская ярмарка» http://www.yarmarka.ru
22.06–25.06	С.-Петербург, «Ленэкспо»	ИНРЫБПРОМ–2004	9-я международная специализированная выставка. Раздел «Сварка и родственные технологии в судостроении»	Транстех Нева Эксибишнс http://www.setcorp.ru
01.09–03.09	Казань, ДК химиков	Трубопровод и трубопроводная арматура		ВП ЭРГ, (Казань) erg@bancorp.ru
14.09–16.09	Санкт-Петербург, ВЦ «Михайловский Манеж»	Дефектоскопия	5-я международная специализированная выставка «Не разрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности»	Выставочное объединение «РЕСТЭК» http://www.restec.ru
15.09–17.09	Ростов-на-Дону, ВЦ «Вертол-Экспо»	Металлургия. Машиностроение. Металлообработка	5-я специализированная выставка	Южно-Российский экспоцентр, г.Ростов-на-Дону http://www.expo.rsd.ru
21.09–24.09, 06.12–19.12	Екатеринбург	Металлургия. Машиностроение Урала–2004	3-я специализированная выставка-конференция	Уралэкспоцентр http://www.uralexpo.mplk.ru
27.09–30.09	Санкт-Петербург, ВК «Ленэкспо» в Гавани	Промэкспо–Российский промышленник	9-я международная машиностроительная выставка	Выставочное объединение «РЕСТЭК» http://www.restec.ru
28.09–01.10	Екатеринбург, Дворец «Уралочка»	Мир станков и инструментов–2004	7-я специализированная выставка	Уральские выставки–2000 (Екатеринбург) http://www.uv2000.ru
05.10–08.10	Москва, КВЦ «Сокольники»	WELDEX (Россварка) 2004	4-я международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	ЗАО «Международная выставочная компания» http://www.mvk.ru
12.10–15.10	Челябинск, ВЦ «Восточные Ворота»	Металлообработка. Сварка. Станки и инструменты	Межрегиональная специализированная выставка	ВЦ «Восточные Ворота» http://expo.chelsi.ru/expo.html Тел. (3512) 63-75-12
13.10–15.10	Ростов-на-Дону, Ростовский Дворец спорта	СВАРКА–2004	Специализированная выставка	Экспо-Дон (Ростов-на-Дону) http://www.expo-don.rosclub.ru expo-don@rosclub.ru
19.10–22.10	Новокузнецк, Дворец спорта кузнецких металлургов	Росметаллстрой. Сварка–2004	XI международная специализированная выставка	ЗАО «Кузбасская ярмарка» http://www.kuzbass-fair.ru/
27.10–29.10	Томск, ТМДЦ «Технопарк»	Сварка–2004	Межрегиональная специализированная выставка-ярмарка	ТМДЦ «Технопарк» http://www.t-park.ru/ Катерина Николаевна Анисимова org9@t-park.ru
02.11–05.11	Уфа, ВЦ «БашЭкспо»	Сварка. Реновация. Контроль–2004	7-я международная специализированная выставка	ЗАО «БашЭКСПО» http://www.metal-expo.ru
02.11–05.11	Ижевск, Ижевский Экспоцентр	Машиностроение. Металлургия. Металлообработка–2004	3-я международная специализированная выставка	Ижевский ЭкспоЦентр http://www.metal.izhexpo.ru
16.11–19.11	Москва, ВВЦ, пав. 20, 57	Металл-Экспо 2004	10-я международная специализированная выставка	ЗАО «Металл-Экспо» http://www.metal-expo.ru
23.11–25.11	Волгоград, Дворец спорта	Машиностроение. Металлообработка	4-я специализированная выставка	Выставочный центр «ВолгоградЭКСПО» www.volgogradexpo.ru
25.11–27.11	Ставрополь, ВК	Промышленная индустрия. Станки и инструменты	3-я специализированная выставка	ГУП «Выставочный центр «Прогресс» http://www.progrexpo.ru
30.11–03.12	Екатеринбург, Дворец «Уралочка»	Сварка–2004	4-я специализированная выставка с международным участием	Уральские выставки–2000 (Екатеринбург) http://www.uv2000.ru
01.12–03.12	Казань	Машиностроение. Металлообработка–2004	IV международная специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» http://www.expo-kazan.ru

Новые книги издательства «Экотехнология». 2004 г.

В. И. Лакомский, М. А. Фридман.

Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами

Представлены результаты работ ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины по технологии сварки электрических контактов углеродных материалов с металлами и их широкая промышленная проверка на электрометаллургических заводах цветной металлургии.

Приведены физико-химические основы нового процесса плазменно-дуговой сварки крупногабаритных электродов из углеродных материалов с металлами без защиты зоны сварки от воздуха и разработанные конструкции сварных электроконтактных соединений.

На примере алюминиевых электролизеров и электротермических печей для графитации и синтеза карбида кремния показано, как можно, используя новый способ сварки, экономить электроэнергию в производстве первичного алюминия, магния и графитированных электродов, заменять медную ошиновку печей на алюминиевую, создавать новые совершенные конструкции электрических сборок.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся проблемой энергосбережения, инженеров-сварщиков, инженеров-электриков, может быть полезна студентам вузов соответствующих специальностей.

И. А. Рябцев. Наплавка деталей машин и механизмов

Обобщен опыт применения наплавки при изготовлении и восстановлении деталей машин и механизмов в различных отраслях промышленности. Изложены сведения о различных способах и технологиях наплавки и наплавочных материалах. Даны примеры промышленного применения наплавки. Рассмотрены проблемы образования дефектов в наплавленном металле и меры борьбы с ними. Описаны компьютерные системы проектирования технологий восстановления и упрочнения деталей наплавкой.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся проблемами восстановления и упрочнения деталей в различных отраслях промышленности. Может быть полезна студентам и аспирантам вузов соответствующих специальностей.

Тарифы на рекламу

Стоимость блочной рекламы на внутренних страницах

Площадь	Размер, мм (гор.-верт.)	Цена			
		гривни*		евро**	
		ч.-б.	цветная	ч.-б.	цветная
1 полоса	180×254	1580	2380	315	480
1/2 полосы	180×125	880	1320	180	270
1/4 полосы	88×125	530	800	110	160
1/8 полосы	88×60	330	500	75	100

Стоимость рекламы на обложках

Страницы	Размер, мм	Цена	
		гривни*	евро**
Первая	Не продается	—	—
Последняя	205×285	4244	665
Другие	205×285	3168	498

* Для организаций-резидентов Украины (цены с НДС и ННП).
 ** Для организаций-нерезидентов Украины (возможна оплата в национальной валюте по официальному курсу).

Стоимость размещения строчных позиций в «Торговом ряду» (цены с НДС и ННП)

Кол-во позиций	Цена (грн.)		
	обычн. позиции	выдел. рамкой	прайс-блок
• От 1 до 5	60	80	100
• От 6 до 10	100	130	160
• За кажд. последующ. 5	40	50	60

Стоимость изготовления оригинал-макета – 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы – 50% стоимости рекламной площади

Скидки на размещение рекламы при единовременной оплате

Количество подач	2	3	4	5	6 и более
• Скидка	5%	10%	15%	20%	25%

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

формат журнала после обрезки 205×285 мм; до обрезки 215×295 мм; внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 12 мм.

Черно-белые: TIF grayscale не менее 300 dpi для фото-изображений, EPS Illustrator for PC от 5 версии, include placed images (EPS-файлы placed images отдельно, текст в кривых), или CorelDraw 9 – 10, текст в кривых.

Цветные: TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC от 5 версии, include placed images (EPS-файлы placed images отдельно — EPS CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9 – 10, текст в кривых.

Сопроводительные материалы: распечатка файла обязательна, для цветных макетов — цветная, с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

Носители: дискеты 3.5" — 2 копии файла или архива, или ZIP, или CD-ROM.

Уважаемые читатели!

В журнале «Сварщик». — 2004. — № 1. — С. 24 по вине редакции неправильно указана фамилия автора статьи «Открытому акционерному обществу «Турбоатом» — 70 лет». Следует читать:

Н. П. Воличенко, Э. К. Цебрэнко.

Редакция приносит автору свои искренние извинения за допущенную ошибку.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

Для получения дополнительной информации

о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **03150 Киев-150, а/я 52 «Сварщик».**

368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379
 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391
 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403
 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415
 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427
 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439
 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451
 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

 Должность _____
 Тел. (_____) _____
 Предприятие _____
 Подробный почтовый адрес: _____

 « _____ » _____ 2003 г.

_____ *подпись*

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

 Должность _____
 Тел. (_____) _____
 Предприятие _____
 Виды деятельности предприятия _____
 Выпускаемая продукция/оказываемые услуги _____

 Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____
 Отдел маркетинга/рекламы (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____
 Отдел сбыта/снабжения (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на специализированную литературу
издательства «Экотехнология»

Прошу выслать мне почтой следующие книги:

Название книги Кол-во экз. Цена (грн.)

Современные средства
защиты сварщиков 12

Плазменная резка
металлов и сплавов 12

Вибрационная обработка
сварных конструкций 12

Плазменное упрочнение
и напыление 12

Механизированная электродуговая
наплавка деталей

металлургического оборудования 12

Термическая обработка
сварных соединений, изд. 1-е 20

Термическая обработка
сварных соединений, изд. 2-е 20

Русско-украинский
и украинско-русский словарь
сварочной терминологии 30

Оборудование для сварки, наплавки,
плазменного упрочнения и напыления.
Каталог-справочник 35

Вчені і фахівці України в галузі
зварювання і споріднених
технологій. Довідник 18

Сварка и термическая обработка
корпусного энергетического
оборудования при ремонте 20

Плазменно-дуговая сварка углеродных
материалов с металлами 24

Наплавка деталей
машин и механизмов 20

Книги прошу выслать по адресу:

Куда
почтовый индекс

Кому

Счет на оплату прошу выслать по факсу:
(.)

Реквизиты плательщика НДС:

Св. № идент. №

Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:
. ,

Заполните этот талон и вышлите в редакцию
журнала «Сварщик» по факсу: (044) 227-6502.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

Открыта подписка-2004 на журнал «Сварщик»

в почтовых отделениях Украины и России,
подписной индекс 22405. Подписку на журнал
можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
Днепропетровск	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
	ИД «Дудник»	(0562) 34-13-52
	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Донецк	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
	НПФ «Криотехника»	(0622) 55-76-81
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
	ЧП «VIP доставка»	(0612) 13-49-50
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 62-52-43
	ООО «Светла»	(0612) 62-22-29
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
Киев	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	СПД «Понедельченко В. И.»	(044) 450-26-81
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 22-70-94
	ЧП «Булгакова И. В.»	(0522) 22-70-94
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
	ООО «Первая КСП»	(0564) 92-16-32
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
	ЧП «Фирма Вика»	(0642) 51-93-13
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
Львов	ЧП «Львовский курьер» КС	(0322) 23-04-10
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Мариуполь	ООО «Бизнес партнер»	(0629) 37-60-79,
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Нежин	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Николаев	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Одесса	МЧП «Благословенный город»	(0482) 25-07-07
	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
	ЧП «Агентство «Наш Бизнес»	(0482) 35-74-57
Прилуки	СПД «Пугачева И. Ю.»	(0482) 37-17-80
	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Полтава	ЧП «АНП агентство подписки»	(0532) 50-93-10
	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЧП «Блаватская М. В.»	(0362) 62-33-17
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Севастополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0692) 55-44-51
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0652) 24-93-00
Симферополь	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
	ООО «Флора»	(0652) 27-00-92
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
Сумы	ООО «Диада»	(0542) 37-03-55
	«Элада-С»	(0542) 25-12-49
	«Айсберг»	(0352) 43-10-11
Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ –Харьков»	(0572) 14-22-61
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкасы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61