

THE LINDE GROUP

Linde

## Ацетилен в кислородной резке — выбор лидеров

- Концентрированная энергия пламени.
- Идеальная чистота поверхности.
- Высокая производительность.
- Большие технологические возможности.
- Экономия кислорода.
- Индивидуальный подход к каждому потребителю (от 3-килограммовых баллонов до 160-килограммовых бандлов).

**Завтрашний успех начинается сегодня  
с Линде Газ Украина.**



Разрядная рампa с подключенными ацетиленовыми бандлами вместимостью 160 кг

**ПАО «Линде Газ Украина»** г. Днепропетровск, ул. Кислородная, 1  
**Филиал в г. Киев:** ул. Лебединская, 36 тел./факс: (044) 507-23-69  
**Филиал в г. Донецк:** ул. Баумана, 11 тел./факс: (062) 310-19-91  
**Филиал в г. Калуш:** ул. Промышленная, 4 тел./факс: (034) 259-13-00

тел./факс: (0562) 35-12-25, (056) 790-03-33

[www.linde.ua](http://www.linde.ua)



# ДП «ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»

Київ 03150 вул. Горького, 62 sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua  
т./ф. +380 44 200 8056 (багатокан.), 248 73 36, 287 27 16, 287 26 17, 289 21 81



зварювальні матеріали • зварювальне обладнання • газополум'яна обробка металів • зварювальні матеріали

Більш ніж 1000 найменувань  
промислових товарів  
кращих вітчизняних та іноземних виробників

## ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ







6 (88) 2012

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

# Сварщик®

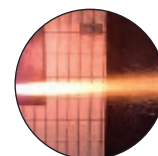
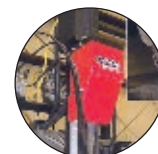
информационно-технический журнал

Технологии  
Производство  
Сервис

## 6-2012

### СОДЕРЖАНИЕ

	<b>Новости техники и технологий</b> .....	4
	<b>Технологии и оборудование</b>	
	Технологии PLAZER® в инженерии поверхности и плазменной обработке материалов. <i>В.Н. Коржик, М.Ф. Короб</i> .....	6
	Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей. <i>В.М. Кулик, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин</i> .....	10
	Ручные и машинные резаки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко</i> ..	12
	Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой. <i>А.В. Мезенцев, А.А. Бердников, Д.В. Безносков</i> .....	16
	Аренда оборудования Fronius: сварочные системы премиум класса для строительства магистральных трубопроводов. <i>Д.В. Бойко, О.Н. Кульчицкий</i> ...	18
	Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки. <i>В.В. Ишуткин</i> .....	20
	Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением. <i>Г.И. Лашенко</i> .....	26
	<b>Наши консультации</b> .....	32
	<b>Зарубежные коллеги</b> .....	34
	<b>Подготовка кадров</b>	
	Первый региональный конкурс сварщиков в Днепропетровске. <i>А.А. Кайдалов, А.Н. Воробьев</i> .....	36
	Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины. Программы профессиональной подготовки на 2013 г. ....	37
	<b>Выставки и конференции</b>	
	«Weldex/Россварка 2012» представила самые прогрессивные сварочные технологии .....	40
	Научно-техническая конференция «Современные проблемы металлургии, технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов». <i>В.М. Илюшенко, И.А. Рябцев</i> .....	42
	6-я научно-техническая конференция «Модернизация и переоснащение предприятий. Эффективные технологии при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей» .....	45
	III Международная конференция сварщиков стран Европы и III Координационный совет заведующих кафедрами по направлению «Сварка» в Краматорске. <i>К.П. Шаповалов, Н.А. Макаренко, А.Д. Кошевой, Д.А. Волков</i> .....	46
	<b>Страницы истории</b>	
	Создание и покорение суперстали. Часть 4. Материаловеды и сварщики решают проблемы производства пара. <i>А.Н. Корниенко</i> .....	50



<b>Новини техніки й технологій</b>	<b>4</b>
<b>Технології й устаткування</b>	
• Технології PLAZER® в інженерії поверхні й плазмовій обробці матеріалів. <i>В.М.Коржик, М.Ф.Короб</i>	6
• Безнікелеві хромомарганцеві електроди для зварювання й наплавлення висококомірних і різнорідних сталей. <i>В.М.Кулик, Е.Л.Демченко, Д.В.Васильєв, В.П.Єлагін</i>	10
• Ручні й машинні різакі з швидкоз'ємними моноблочними мундштуками для різання заготовок товщиною до 500 мм. <i>В.М.Литвинов, Ю.Н.Лисенко, С.А.Чумак, К.П.Шаповалов, С.Л.Зеленський, В.А.Белінський, С.Л.Василенко, А.І.Коровченко</i>	12
• Підвищення експлуатаційних характеристик валків гарячої прокатки поверхневим плазмовим загартуванням. <i>А.В.Мезенцев, А.А.Бердников, Д.В.Безносков</i>	16
• Оренда встаткування Fronius: зварювальні системи преміум класу для будівництва магістральних трубопроводів. <i>Д.В.Бойко, О.Н.Кульчицький</i>	18
• Концепція модульних гнучких виробничих систем дугового зварювання. <i>В.В.Ішуткін</i>	20
• Напрямки розвитку комбінованих технологій зварювання плавленням. <i>Г.І.Лашченко</i>	26
<b>Наші консультації</b>	<b>32</b>
<b>Зарубіжні колеги</b>	<b>34</b>
<b>Підготовка кадрів</b>	
• Перший регіональний конкурс зварників у Дніпропетровську. <i>А.А.Кайдалов, О.М.Воробієв</i>	36
• Міжгалузевий учбово-атестаційний центр ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України. Програми професійної підготовки на 2013 р.	37
<b>Виставки й конференції</b>	
• «Weldex/Россварка 2012» представила найпрогресивніші зварювальні технології	40
• Науково-технічна конференція «Сучасні проблеми металургії, технології зварювання й наплавлення сталей і кольорових металів». <i>В.М.Ілюшенко, І.О.Рябцев</i>	42
• 6-а науково-технічна конференція «Модернізація й переоснащення підприємств. Ефективні технології при виготовленні, ремонті й відновленні деталей»	45
• III Міжнародна конференція зварників країн Європи й III Координаційна рада завідувачів кафедрями по напрямку «Зварювання» у Краматорську. <i>К.П.Шаповалов, Н.А.Макаренко, А.Д.Кошовий, Д.А.Волков</i>	46
<b>Сторінки історії</b>	
• Створення й підкорення суперсталі. Частина 4. Матеріалознавці й зварники вирішують проблеми виробництва пари. <i>А.М.Корнієнко</i>	50
<b>CONTENT</b>	
<b>News of technique and technologies</b>	<b>4</b>
<b>Technologies and equipment</b>	
• Technologies PLAZER® in engineering of a surface and plasma processing of materials. <i>V.N.Korzhik, M.F.Korob</i>	6
• Nickelless and chrome-manganese electrodes for welding and cladding high-strength and diverse steels. <i>V.M.Kulik, E.L.Demchenko, D.V.Vasil'ev, V.P.Elagin</i>	10
• Manual and machine cutting torches with quickly-replace monoblock mouthpieces for cutting of preparations by thickness up to 500 mm. <i>V.M.Litvinov, Yu.Lisenko, S.A.Chumak, K.P.Shapovalov, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, A.I.Korovchenko</i>	12
• Increase of the operational characteristics rolls hot mill by superficial plasma training. <i>A.V.Mezentsev, A.A.Berdnikov, D.V.Beznoskov</i>	16
• Rent of the equipment Fronius: welding systems premium class for construction of main pipelines. <i>D.V.Boyko, O.N.Kul'chitskiy</i>	18
• The concept of modular flexible industrial systems of arc welding. <i>V.V.Ishutkin</i>	20
• Directions of development of the combined technologies of fusion welding. <i>G.I.Lashchenko</i>	26
<b>Our consultations</b>	<b>32</b>
<b>The foreign colleagues</b>	<b>34</b>
<b>Training of personnel</b>	
• The first regional competition of the welders in Dnepropetrovsk. <i>A.A.Kaydalov, A.N.Vorob'ev</i>	36
• The programs of professional training on 2013 of Training Center of E.O.Paton Electric Welding Institute.	37
<b>Exhibitions and conferences</b>	
• «Weldex/Россварка2012» has presented the most progressive welding technologies	40
• Scientific and technical conference «Modern problems of metallurgy, technologies of welding and cladding steels and colour metals». <i>V.M.Ilyushenko, I.A.Ryabtsev</i>	42
• 6th scientific and technical conference «Modernization and reequipment of the enterprises. Effective technologies at manufacturing, repair and restoration of details»	45
• III International conference of the welders of Europe and III Coordination advice of the managers by faculties on a direction «Welding» in Kramatorsk. <i>K.P.Shapovalov, N.A.Makarenko, A.D.Koshevoy, D.A.Volkov</i>	46
<b>Pages of a history</b>	
• Creation and conquest of supersteel. Part 4. Metallurgical scientists and welders decide problems of production pair. <i>A.N.Kornienko</i>	50

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

**Учредители**

Институт электросварки  
им. Е. О. Патона НАН Украины,  
Общество с ограниченной  
ответственностью  
«Экотехнология»

**Издатель**

ООО «Экотехнология»

**Издание журнала поддерживают**

Общество сварщиков Украины,  
Национальный технический  
университет Украины «КПИ»



Журнал издается  
при содействии UNIDO

**Главный редактор**

Б. В. Юрлов

**Зам. главного редактора**Е. К. Доброхотова,  
В. Г. Абрамишвили**Редакционная коллегия**

В. В. Андреев, Ю. К. Бондаренко,  
Ю. В. Демченко, В. М. Ілюшенко,  
А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко,  
П. П. Проценко, И. А. Рябцев

**Редакционный совет**

В. Г. Фартушный (председатель),  
Н. В. Высоколян, 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

**Маркетинг и реклама**

Т. И. Коваленко

**Верстка**

Т. Д. Пашигорова

**Адрес редакции**

03150 Киев, ул. Горького, 62Б

**Телефон**

+380 44 200 5361

**Тел./факс**

+380 44 200 8014, 287 6602

**E-mail**welder@welder.kiev.ua,  
welder.kiev@gmail.com**URL**

http://www.welder.kiev.ua/

**Представительство в Беларуси**

Минск  
Вячеслав Дмитриевич Сиваков  
+375 17 213 1991, 246 4245

**Представительство в России**

Москва, ООО «Центр трансфера  
технологий» ИЭС им. Е. О. Патона  
В. В. Сипко  
+7 499 922 6986

**Представительство в Латвии**

Рига, Ирина Бойко  
+371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.)  
e-mail: irinaboyko@inbox.lv

**Представительство в Литве**

Вильнюс, Вячеслав Арончик  
+370 6 999 9844  
e-mail: info@amatu.lt

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

**Представительство в Болгарии**

София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

## Технологии PLAZER® для плазменной обработки материалов и инженерии поверхности



*В.Н. Коржик, М.Ф. Короб*

Описаны такие процессы, как плазменное порошковое напыление покрытий, плазменное проволочное напыление, плазменное поверхностное упрочнение и плазменная модификация корневого шва. Приведены примеры комплектов оборудования PLAZER®, микроструктура плазменных покрытий, внешний вид деталей с покрытием.

## Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей

*В.М. Кулик, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин*

Описаны разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона безникелевые хромомарганцевые электроды марок АНВМ-2 и АНВМ-3 для ручной дуговой сварки и наплавки. Даны характеристики электродов, механические свойства металла сварного шва. Приведены результаты испытаний и области применения хромомарганцевых электродов.

## Ручные и машинные резки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко*

Рассмотрены разработанные в ПАО «НКМЗ» и ООО «НИИПТ-маш — Опытный завод» и внедренные в производство экономичные ручные и машинные резки для резки заготовок толщиной до 500 мм. Приведены результаты экспериментов и технические характеристики резаков ТОРН-Р и ТОРН-М.

## Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой

*А.В. Мезенцев, А.А. Бердников, Д.В. Безносков*

Рассмотрен процесс плазменной закалки дугой прямого действия, применяемый для упрочнения калибров сложной конфигурации валков горячей прокатки. Даны результаты испытаний чугуных валков, подвергнутых плазменной закалке. Приведены данные по увеличению стойкости опытных комплектов упрочненных валков.

## Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки

*В.В. Ишуткин*

Предложены компоненты и технологические схемы гибких производственных систем для дуговой сварки, сформированных по модульному принципу. Рассмотрены возможные режимы работы, критерии производительности и граничные условия применения таких систем.

## Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением

*Г.И. Лашенко*

В продолжении статьи рассмотрены такие направления развития комбинированных технологий сварки, как двух- и трехдуговая сварка плавящимися электродами, гибридная сварка (дуговая + газовое пламя) и комбинированные технологии лазерной, электронно-лучевой и дуговой сварки.

## Технології PLAZER® для плазмової обробки матеріалів і інженерії поверхні



*В.Н. Коржик, М.Ф. Короб*

Описано такі процеси, як плазмове порошкове напылювання покриттів, плазмове дровове напылювання, плазмове поверхневе зміцнення й плазмова модифікація корневого шва. Наведено приклади комплектів устаткування PLAZER®, микроструктура плазмових покриттів, зовнішній вигляд деталей з покриттям.

## Безнікелеві хромомарганцеві електроди для зварювання й наплавлення високоміцних і різнорідних сталей

*В.М. Кулик, Е.Л. Демченко, Д.В. Васильєв, В.П. Єлагін*

Описано розроблені в ІЕЗ ім. Є.О. Патона безнікелеві хромомарганцеві електроди марок АНВМ-2 і АНВМ-3 для ручного дугового зварювання й наплавлення. Дано характеристики електродів, механічні властивості металу зварного шва. Наведено результати випробувань і області застосування хромомарганцевих електродів.

## Ручні й машинні різакі з швидкозмінними моноблочними мундштуками для різання заготовок товщиною до 500 мм

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лисенко, С.А. Чумак, К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленський, В.А. Белінський, С.Л. Василенко, А.І. Коровченко*

Розглянуто розроблені в ПАО «НКМЗ» і ТОВ «НИИПТ-маш — Дослідний завод» і впроваджені у виробництво економічні ручні й машинні різакі для різання заготовок товщиною до 500 мм. Наведено результати експериментів і технічні характеристики різаків ТОРН-Р і ТОРН-М.

## Підвищення експлуатаційних характеристик валків гарячої прокатки поверхневим плазмовим загартуванням

*А.В. Мезенцев, А.А. Бердников, Д.В. Безносков*

Розглянуто процес плазмового загартування дугою прямої дії, застосовуваний для зміцнення калібрів складної конфігурації валків гарячої прокатки. Дано результати випробувань чавунних валків, підданих плазмовому загартуванню. Наведено дані щодо збільшення стійкості дослідних комплектів зміцнених валків.

## Концепція модульних гнучких виробничих систем дугового зварювання

*В.В. Ішуткін*

Запропоновано компоненти й технологічні схеми гнучких виробничих систем для дугового зварювання, сформованих за модульним принципом. Розглянуто можливі режими роботи, критерії продуктивності й граничні умови застосування таких систем.

## Напрямки розвитку комбінованих технологій зварювання плавленням

*Г.І. Лашенко*

У продовженні статті розглянуті такі напрямки розвитку комбінованих технологій зварювання, як дво- і тридугове зварювання електродами, що плавляться, гібридне зварювання (дугове + газове полум'я) і комбіновані технології лазерного, електронно-променевого й дугового зварювання.



## Сварочный аппарат TETRIX 230 AC/DC

Аппарат предназначен для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в среде инертного газа TIG и ручной дуговой сварки MMA на постоянном токе.

Сварку TIG выполняют с высокочастотным (HF) и контактным зажиганием дуги. При сварке покрытыми электродами реализуются функции против прилипания электрода (Antistick) и «горячий старт» (Hotstart) для надежного зажигания ду-



ги. Хорошие результаты получают при сварке аппаратом алюминия и его сплавов. В сварочном аппарате понятный интерфейс, настройку параметров осуществляют на цифровом дисплее. Существует функция удержания для простого считывания и анализа параметров сварки после завершения сварочных работ. Быстроту и качество процессов зажигания и сварки обеспечивает инверторный источник EWM.

Сварочный аппарат TETRIX 230 AC/DC отличается мобильностью и компактностью, конструкция корпуса и система

вентиляции позволяют увеличить продолжительность включения и минимизировать загрязнения внутри аппарата. Защиту от перегрева обеспечивает встроенное реле.

Благодаря экономичности и высокой производительности сварочный аппарат применяют во многих отраслях промышленности: в машиностроении, автомобилестроении, судостроении, приборостроении, при сварке трубопроводов, изготовлении резервуаров и контейнеров, систем отопления и вентиляции, монтажных работах и др.

● #1283

Компания EWM HighTec Welding GmbH (Германия)

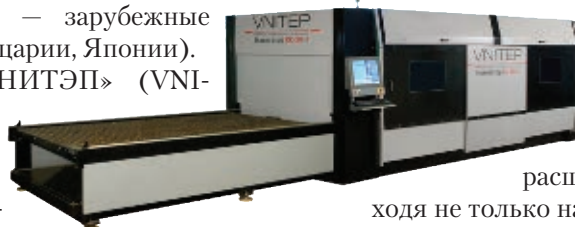
Техническая характеристика:	TIG	MMA
Диапазон регулирования силы сварочного тока, А	3–230	5–180
Сила тока, А, при (температура окружающей среды, °C):		
ПВ=35%	230 (40)	180 (40)
ПВ=40%	230 (20)	–
ПВ=50%	–	180 (20)
ПВ=60%	180 (20); 160(40)	160(20); 140(40)
ПВ=100%	150 (20); 130(40)	140(20); 110(40)
Напряжение сети, В	1×230 (-40%; +15%)	
Частота тока в сети, Гц	50/60	50/60
Сетевой предохранитель	1×16А	1×16А
Максимальная потребляемая мощность, кВт·А	5,2	5,8
Рекомендуемая мощность генератора, кВт·А		7,8
Масса, кг	17	17
Габаритные размеры, мм	600×205×415	600×205×415

## Новая разработка станкостроителей из Дубны

Лазерная резка — самый производительный метод раскроя металла. В настоящее время его используют практически везде, где изготавливают изделия из листового металла. Подавляющее большинство лазерных станков в промышленном производстве России — зарубежные (производства Германии, Швейцарии, Японии).

Российская компания «ВНИТЭП» (VNI-TEP — Advanced Laser Cutting Technology) — резидент особой экономической зоны (ОЭЗ) «Дубна» разработала, запатентовала и ведет серийный выпуск конкурентного продукта — промышленного комплекса обработки металла с волоконным лазером на линейных приводах «Навигатор КС».

Производительность такой машины с двумя независимо работающими Y-балками вдвое больше по сравнению с производительностью обычных станков. Каждая режущая голова может раскраивать свою раскладку на общем или от-



дельном листе, при этом листы могут быть из разного металла, разной толщины, а раскрой выполняют с помощью одного общего или двух отдельных лазерных источников.

Данный комплекс является инновационным, импортозамещающим, экспортно-ориентированным оборудованием.

В настоящее время «ВНИТЭП» постоянно увеличивает продажи и расширяет модельный ряд, выходя не только на российский, но и на зарубежные рынки как западные, так и восточные. На территории России установлено более 40 лазерных раскройных комплексов, помимо этого, осуществлены поставки оборудования во Францию, Болгарию, Белоруссию и Казахстан.

● #1284

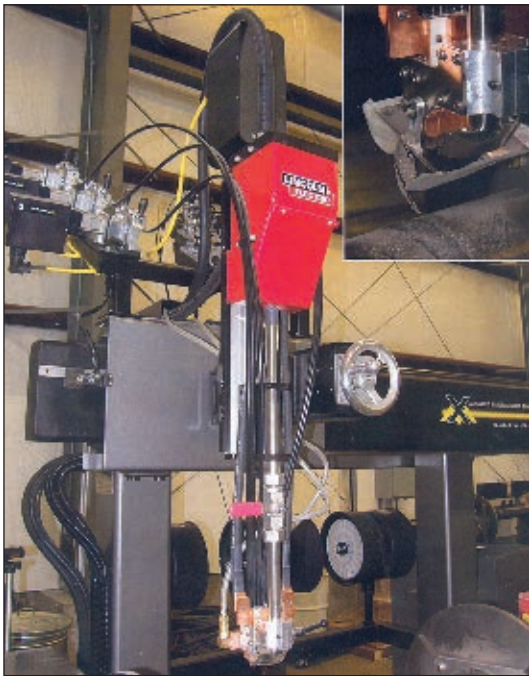
www.sdelaounas.ru

## Система Cladiator для наплавки с использованием нескольких проволок

Концепция системы Cladiator фирмы Lincoln Electric состоит в использовании нескольких сварочных проволок малого диаметра, соединенных в электросети параллельно, которые заменяют наплавочную ленту и обеспечивают более высокую гибкость при наплавке.

Применение системы позволяет:

- увеличить ширину наплавки за счет увеличения числа электродов;
- изменить форму валика путем изменения положения электродов и величины шага между ними;



- регулировать величину и форму наплавки за счет изменения диаметра электродов;
- варьировать параметры наплавки с помощью независимого управления скоростью подачи каждой проволоки;
- использовать в одном пучке электроды различного состава;
- обеспечивать работу изолированных друг от друга групп проволоки в противофазе для снижения магнитных эффектов.

В сварочной головке системы может быть использовано до десяти проволок одновременно. Процессом управляют с одного пульта, что дает возможность независимо управлять подачей каждой проволоки и выполнять прямое управление источниками сварочного тока Lincoln Electric PowerWave AC/DC 1000SD по интерфейсу Arc Link.

Опытная эксплуатация подтвердила, что система Cladiator успешно работает с большими катушками проволоки. Наплавленный металл при использовании установки типа Cladiator имеет существенно меньшую профильность, чем при наплавке традиционными методами.

При опытной эксплуатации системы с четырьмя и шестью проволоками диаметром 1,2 мм и использовании только одного источника сварочного тока PowerWave AC/DC 1000SD были получены следующие результаты.

*Ширина наплавки, мм:*

<i>для каждой проволоки</i> .....	<i>Около 6,4</i>
<i>для четырех проволок</i> .....	<i>25,4</i>
<i>для шести проволок</i> .....	<i>31,8</i>

*Производительность наплавки, кг/ч:*

<i>для четырех проволок</i> .....	<i>10</i>
<i>для шести проволок</i> .....	<i>14,5</i>

*Скорость подачи проволоки, м/мин:*

<i>внутренней</i> .....	<i>4,5</i>
<i>внешней</i> .....	<i>6,4</i>

В зависимости от наплавляемого материала рекомендуют использовать разные сварочные режимы для крайних и средних проволок.

По расходам материалов и трудозатратам наплавка с использованием Cladiator весьма конкурентоспособна. ● #1285

*Группа компаний «Аргус»*

## Мировое производство стали в октябре выросло на 1,3%

Как сообщает World Steel Association (WSA), мировое производство стали в октябре 2012 г. составило 126 млн. т, что на 1,3% выше уровня октября 2011 г.

Китайское производство стали выросло на 6% по сравнению с прошлым годом и составило 59,1 млн. т. Япония снизила показатели производства на 6,7%, до 8,8 млн. т. В целом Азия произвела в октябре 81,727 млн. т стали, что на 2,8% выше уровня октября 2011 г.

В странах ЕС Германия произвела 3,7 млн. т стали, что немного выше (на 0,3%)

уровня прошлого года. Итальянское производство стали снизилось на 10,4%, до 2,4 млн. т, французское — на 7,2%, до 1,3 млн. т.

Страны СНГ в октябре произвели 9,915 млн. т стали, что на 4,4% выше уровня прошлого года. В Российской Федерации в октябре выплавляли 6,44 млн. т, что на 12% выше уровня октября 2011 г. Украина снизила производство на 8,5%, до 2,8 млн. т.

Производство стали в США составило 6,9 млн. т, что на 3,3% ниже уровня прошлого года. Бразилия в октябре произвела 3,2 млн. т стали, что выше уровня прошлого года на 7,7%. В октябре 2012 г. производственные мощности в 62 странах использовались на 76,5% по сравнению с 77,7% в предыдущем месяце. Это также ниже на 1,4% по сравнению с октябрём 2011 г.

● #1286

[www.metalbulletin.ru](http://www.metalbulletin.ru)

# Технологии PLAZER® в инженерии поверхности и плазменной обработке материалов

В.Н. Коржик, д-р техн. наук, М.Ф. Короб, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

*Из всех видов газотермического напыления защитных покрытий технологии PLAZER® — наиболее универсальный способ по роду напыляемых материалов. Во многих случаях он технически и экономически предпочтителен.*

**Плазменное порошковое напыление покрытий.** Технологии PLAZER® в основном ориентированы на использование плазмы продуктов сгорания воздуха с метаном (пропан-бутаном). Оборудование для плазменного напыления защитных покрытий с применением порошков в качестве напыляемого материала включает базовые установки PLAZER 40-PL, PLAZER 80-PL, PLAZER 180-PL в блочном исполнении (рис. 1).

Данные технологии предусматривают два основных варианта реализации процес-

са нанесения покрытий: при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях истечения плазменной струи (рис. 2).

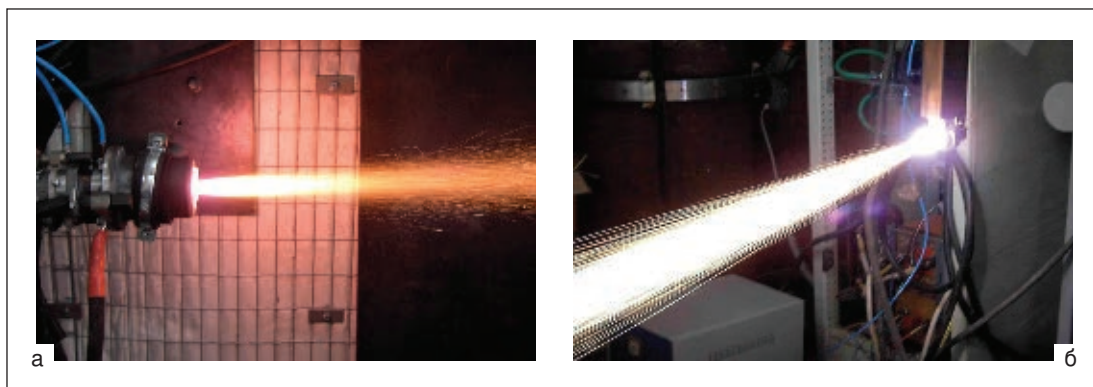
**Основные параметры процесса сверхзвукового воздушно-газового плазменного напыления:**

Плазмообразующий газ . . . Воздух + пропан или метан (до 5–10%)  
 Температура плазмы, К . . . . . 3500–7000  
 Скорость плазменной струи, м/с . . 1500–3000  
 Скорость напыляемых частиц, м/с . . . . . 400–600  
 Производительность напыления, кг/ч . . . . . 15–50  
 Электрическая мощность, кВт . . . . 40–200  
 Коэффициент использования напыляемого материала . . . . . 0,75

Рис. 1. Примеры комплектов оборудования PLAZER® для плазменного порошкового напыления покрытий



Рис. 2. Наружное (а) и внутреннее (б) напыление





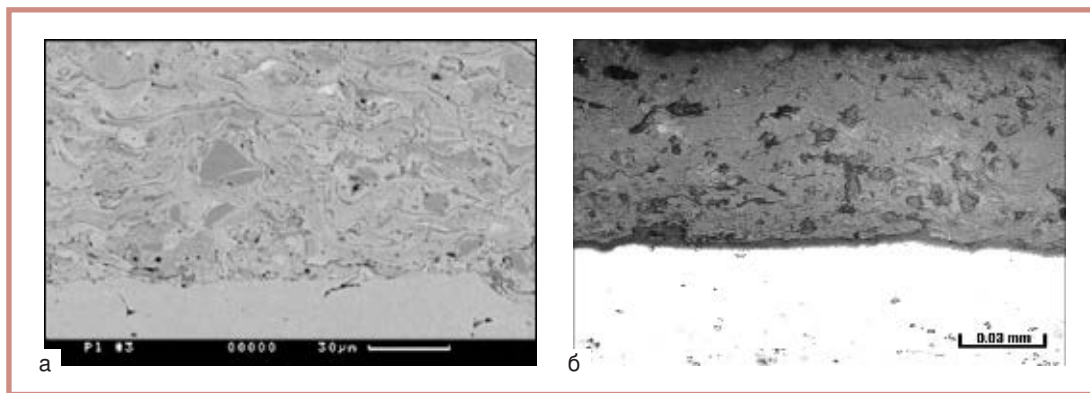


Рис. 3. Микроструктура покрытий, нанесенных при сверхзвуковом плазменном напылении порошков (плазмообразующий газ — воздух + пропан-бутан): а — Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-NiCr; б — WC-Co

При сверхзвуковой скорости истечения плазменной струи значительно улучшается качество покрытий: пористость ниже 1%, прочность сцепления с основой при нормальном отрыве 65–100 МПа, повышенная износостойкость и др. (рис. 3, 4), а также повышается производительность напыления (до 50 кг/ч и выше).

**Плазменное проволоочное напыление.** Перспективным для решения сложных задач машиностроения является плазменно-дуговое проволоочное напыление в аргоновой дуге с интенсивным воздушным обдувом. Особенности такого способа являются плавление и струйное течение материала проволоки в защитной атмосфере аргона, дробление расплава и разгон дисперсных частиц сверхзвуковым потоком воздуха. Такая последовательность обеспечивает минимальные потери на испарение материала проволоки, минимальное его насыщение кислородом и азотом, оптимальный фракционный состав дисперсной фазы, околозвуковую скорость частиц напыляемого материала в момент встречи с основой, наиболее высокую объемную концентрацию напыляемых частиц, минимальный угол раскрытия двухфазного потока, составляющий несколько градусов. Это создает предпосылки для вывода технологии нанесения газотермических покрытий на современный конкурентоспособный уровень.

Данная технология проволоочного плазменно-дугового напыления износостойких покрытий, основанная на распылении плазменной дугой токоведущей проволоки-анода, имеет следующие особенности:

- плавление проволоки происходит в защитной атмосфере аргона;
- дробление расплавленного материала и ускорение дисперсных частиц осуществляется аргоновой плазмой;
- с помощью сверхзвукового потока воздуха, истекающего из кольцевого зазора



Рис. 4. Внешний вид деталей с керамическим плазменным покрытием ZrO<sub>2</sub>-7%Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, нанесенным по технологии PLAZER®

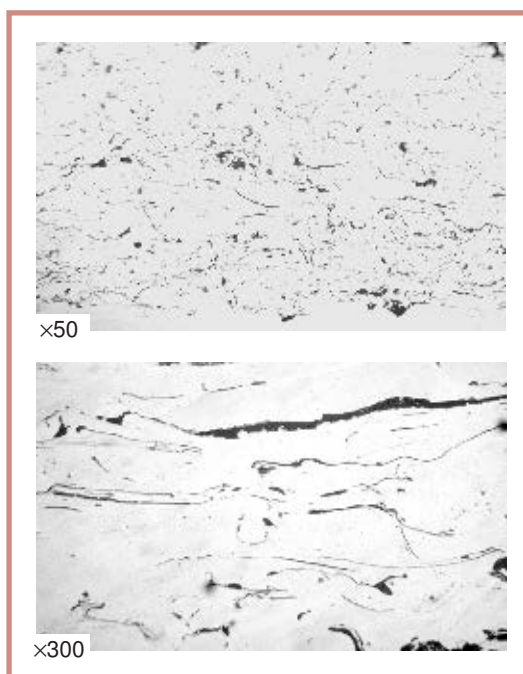


Рис. 5. Микроструктура плазменных покрытий из порошковой проволоки Fe-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Al, нанесенных по технологии PLAZER®

между соплами плазмотрона, обеспечивается сжатие и ускорение плазменной струи, а также защита напыляемого материала от окисления.

Это обуславливает повышенную плотность покрытия (пористость 0,5–2,5%), максимальные характеристики его прочности сцепления с основой (не менее 50 МПа при нормальном отрыве), когезионную прочность, а также предотвращение выгорания легирующих элементов в процессе напыления покрытия.

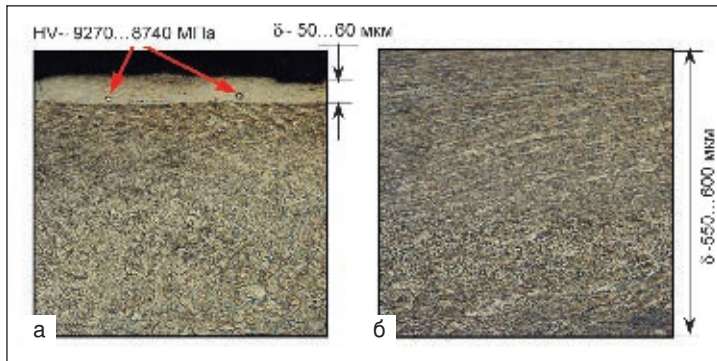


Рис. 6. Микроструктура металла с плазменно-упрочненным слоем в области площадки катания колеса: а — слабо-травящаяся полоска; б — структура наклепа,  $\times 500$

Металлографический анализ подтверждает возможность получения с помощью данной технологии покрытий из высоколегированной проволоки с пористостью, близкой к «нулевой». Так, например, на микрошлифах покрытий из порошковой проволоки системы Fe-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Al, содержащей в качестве порошкового наполнителя карбид хрома, пор практически нет, заметны только прослойки и включения карбидов (рис. 5).

Подобная картина наблюдается для покрытий из высоколегированной проволоки Fe-Cr-Ni-Mn-Mo-W-C и для других типов износостойких покрытий из композиционной и высоколегированной проволоки.

**Плазменное поверхностное упрочнение.** Высокоскоростное поверхностное упрочнение гребней колесных пар железно-

дорожного транспорта повышает контактно-усталостную прочность металла (рис. 6) и, как следствие, увеличивает их ресурс и надежность. Интенсивность изнашивания гребней снижается в 2,5–3 раза, трещиностойкость повышается на 40%, замедляется также боковой износ рельсов вследствие уменьшения коэффициента трения на 30%.

Технология имеет две отличительные особенности: локальное (в зоне наибольшего износа) упрочнение гребня колеса на глубину 2,5–3 мм и ширину 35 мм до твердости 450 HB и изменение структуры с феррито-перлитной смеси на мелкоигольчатый мартенсит с розеточным трооститом.

Данная технология реализуется на специализированной установке PLAZER 50H-2M. Высокопроизводительный процесс упрочнения гребней (15 мин на одно колесо) обеспечивает увеличение в три раза времени эксплуатации колесной пары, повышение ее надежности, улучшение условий контакта с рельсом. Способ может быть применен в условиях типового депо (рис. 7, 8).

**Плазменная модификация корневого шва.** Сварка корневых швов стыков труб традиционно является наиболее сложным этапом при сооружении трубопроводов, на котором к корневому шву и самой сварке предъявляют определенные требования.

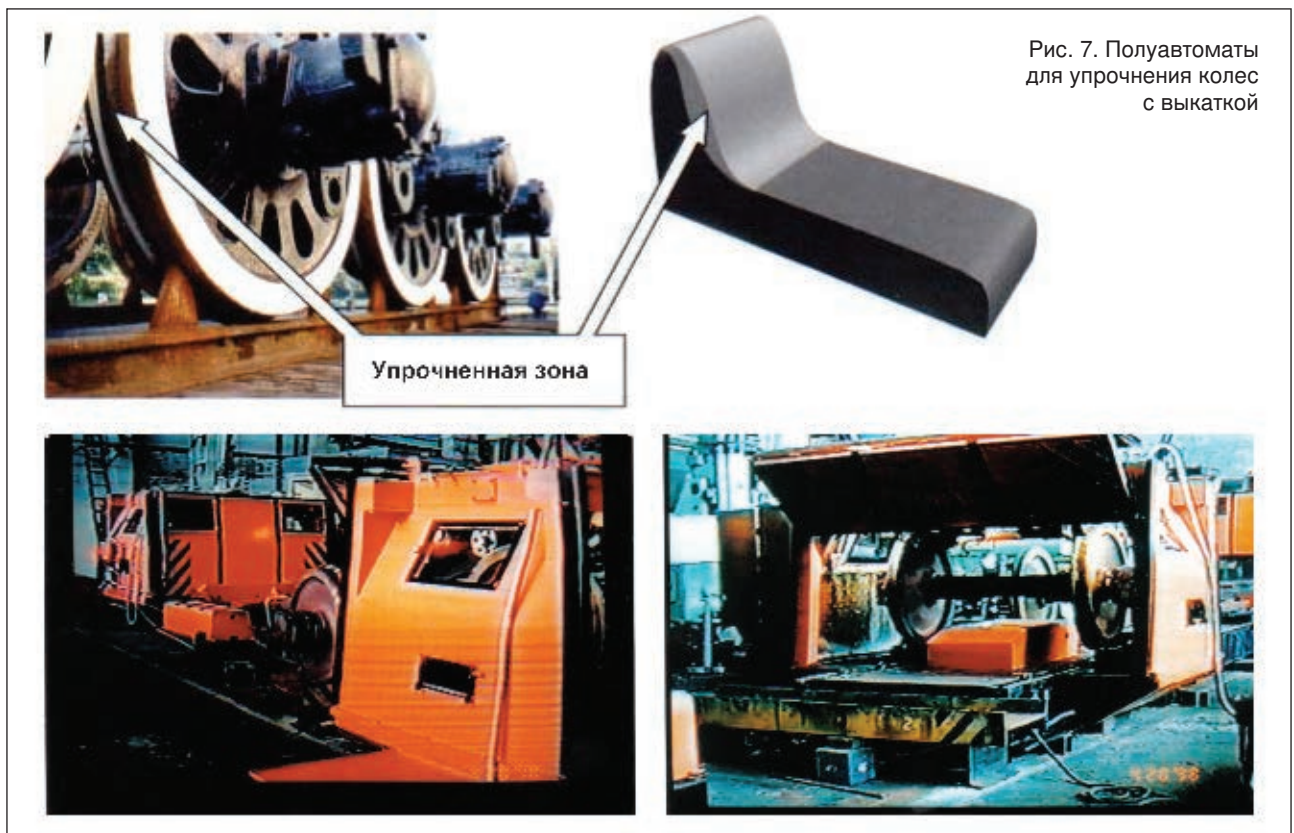


Рис. 7. Полуавтоматы для упрочнения колес с выкаткой



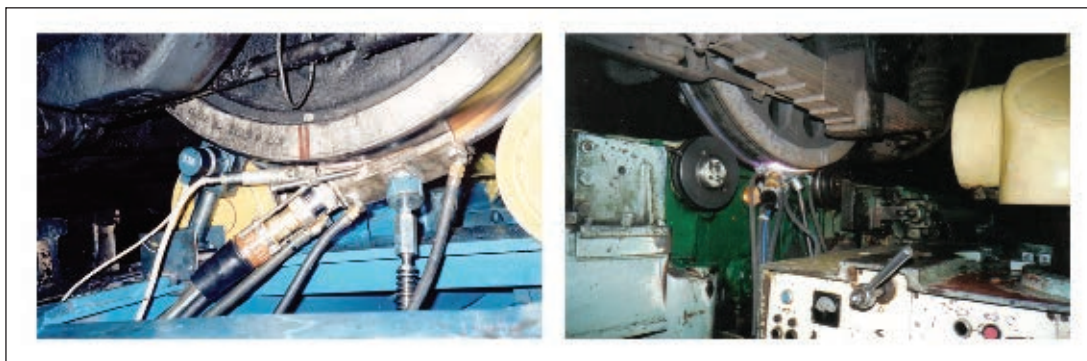


Рис. 8. Плазменное упрочнение колес без выкатки

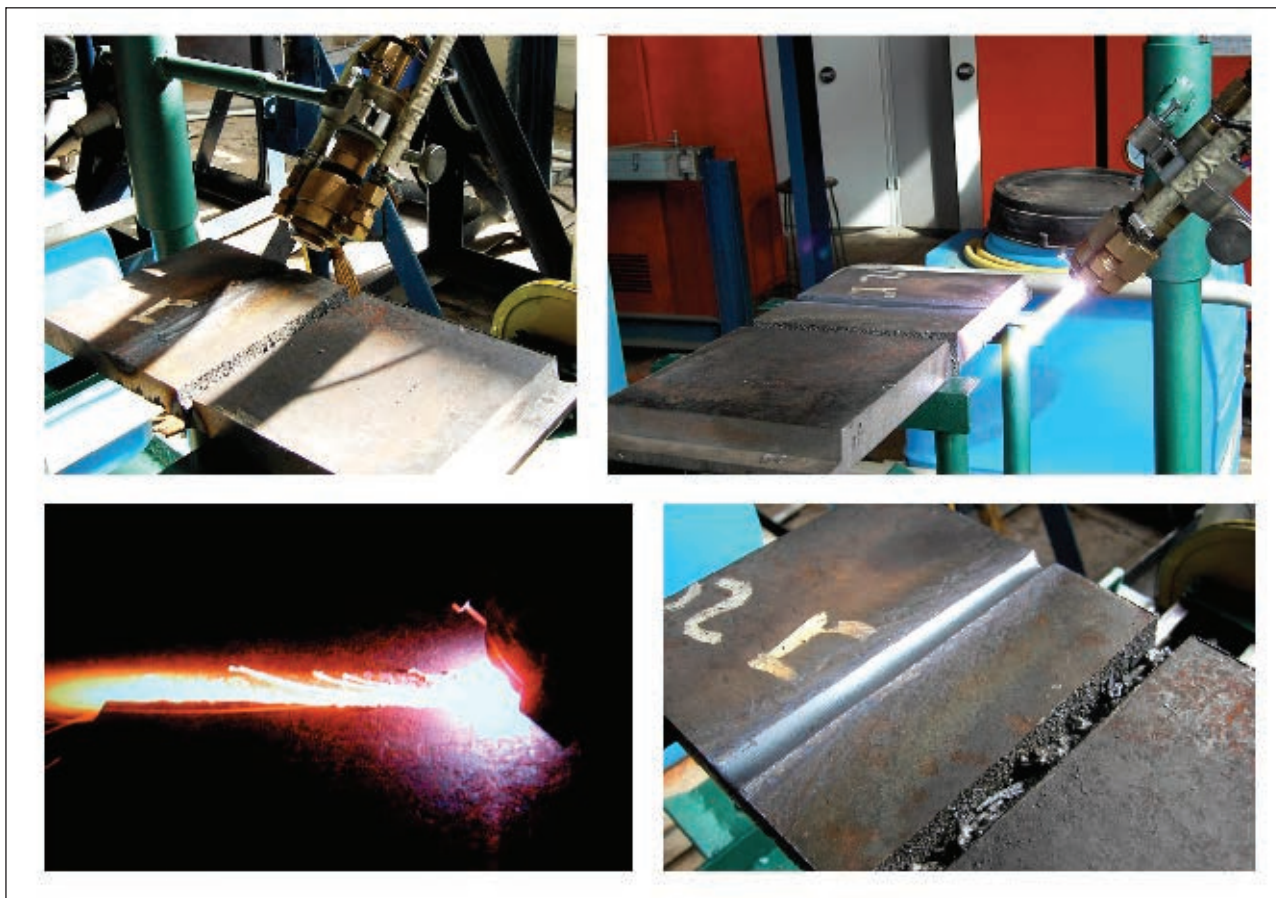


Рис. 9. Плазменная модификация сварных соединений после контактной стыковой сварки оплавлением и удаления грата

Технология плазменной очистки грата с одновременной термической обработкой сварного соединения и модификацией поверхности шва (уменьшение дефектов) позволяет значительно облегчить операцию обработки корневого шва, повысить качество сварных соединений трубопроводов и их надежность.

Особенно данная проблема актуальна в случае выполнения корневого шва магистральных трубопроводов высокопроизводительным методом контактной стыковой сварки оплавлением (рис. 9). В настоящее время для строительства магистральных трубопроводов применяют специальные марки стали, при сварке которых необходи-

мо соблюдать специальные требования к качеству корневого шва и термообработке сварного соединения.

Таким образом, технология плазменной модификации сварных соединений после контактной стыковой сварки оплавлением и других методов сварки позволяет:

- удалять грат с поверхности сварного шва при скорости 5 м/мин, создавая ровную оплавленную поверхность;
  - выполнять термическую обработку шва при температуре 900°С и более;
  - осуществлять высокоэффективную разделку кромок при сварке трубопроводов в соответствии с требованиями технологии.
- #1287



# Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей

В.М. Кулик, канд. техн. наук, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин,  
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

*Хромомарганцевые электроды, обеспечивающие получение аустенитного металла шва (наплавки) повышенной прочности, предназначены для ручной дуговой сварки без подогрева и термической обработки при изготовлении и ремонте деталей и узлов из закаливающихся и разнородных сталей. Применяют для сварки сталей, насыщенных серой и другими поверхностными и внутренними загрязнениями. Данные электроды имеют относительно невысокую стоимость.*

При сварке тяжело нагружаемых и работающих в условиях ударно-абразивного изнашивания деталей и узлов из высокопрочных и разнородных сталей существует опасность образования в соединениях холодных трещин, что обуславливает необходимость выполнения подогрева и последующего отпуска. Это усложняет технологический процесс, и не всегда возможно при сварке массивных и крупногабаритных изделий. Во избежание проведения этих дополнительных операций можно использовать высоколегированные Fe-Cr-Ni-(Mo) электроды. Однако они обладают относительно невысокими показателями прочности и износостойкости, что вызывает необходимость их утолщения наплавкой с перерасходом дорогостоящих сварочных материалов и увеличением трудозатрат. При этом ухудшается работоспособность соединения вследствие инициирования разрушения в местах резкого перехода от утолщенного шва к основному металлу.

В ИЭС им. Е.О. Патона разработаны безникелевые хромомарганцевые электроды марок АНВМ-2 и АНВМ-3 для ручной дуговой сварки и наплавки стали 110Г13Л и ее соединений с углеродистыми и низколегированными сталями и сварки высоко-

прочных легированных сталей с обеспечением аустенитного металла шва. Стержни электродов выполняют из низкоуглеродистой стальной проволоки Св-08 или Св-08А, электродное покрытие содержит порошкообразные чистые металлы, ферросплавы и графит для легирования наплавленного металла: до 0,15–0,39% С; 8,5–9,5% Cr; 19,0–24,0% Mn; 0,08–0,12% Ti; 0,15–0,20% V и до 0,16% N. Газошлаковую защиту зоны сварки обеспечивают минералы электродного покрытия, образующие при расплавлении и диссоциации основной шлак, оксид углерода и углекислый газ, а стабильное горение дуги — щелочные и щелочно-земельные элементы в атмосфере дуги. Коэффициент массы покрытия составляет 0,9–1,0, толщина покрытия возрастает с увеличением диаметра стержня электрода (табл. 1).

Газошлаковая защита и связывание водорода во фтористый водород, не растворимый в металлическом расплаве, обеспечивают предотвращение образования пор. Благодаря использованию чистых, без серы и фосфора шихтовых материалов, замене никеля марганцем, введению азота, снижению содержания кремния, легированию ванадием и модифицированию металла присутствующими дисперсными оксидами хрома и титана, а также высокой основности шлака образование горячих трещин в аустенитных швах исключается.

Высокая стойкость против замедленного разрушения и образования холодных трещин в сварных соединениях достигается за счет:

- пониженной температуры плавления хромомарганцевого металла шва и степени перегрева металла ЗТВ;
- связывания в HF и повышенной растворимости в аустенитном металле шва водорода;
- растягивающих напряжений в процессе сварки, повышающих температуру превращения охлаждаемого аустенита в ЗТВ с уменьшением доли и снижением твердости образующегося мартенсита;

Таблица 1. Размерные характеристики хромомарганцевых электродов

Показатель	Диаметр стержня, мм		
	3	4	5
Длина стержня	350	450	450
Толщина покрытия на сторону	1,8–1,9	2,1–2,2	2,3–2,4
Диаметр покрытия	6,6–6,8	8,2–8,4	7,6–7,8

- отпуска при очередных проходах сварки.

Получаемый хромомарганцевый металл шва имеет аустенитную структуру с выделениями карбидов и карбонитридов (рис. 1). Он обладает повышенной прочностью (табл. 2) и склонен к упрочнению при механическом наклепе. После холодной пластической деформации его твердость возрастает с 21–22 HRC<sub>с</sub> (235–240 HV) до 39–50 HRC<sub>с</sub> (380–550 HV), что повышает стойкость против ударно-абразивного изнашивания.

У зоны сплавления разнородных по структуре шва, выполненного электродами АНВМ-2 и АНВМ-3, и легированной сталей наблюдается локальное повышение твердости соответственно до 290 и 370–460 HV (рис. 2) вследствие образования мартенситной прослойки шириной 5–15 мкм. При сплавлении аустенитного хромомарганцевого металла шва с аустенитной высокомарганцевой сталью 110Г13Л мартенситная прослойка не образуется и локальное повышение твердости не происходит. Под влиянием сварочных нагревов твердость в зоне термического влияния легированных сталей повышается до 260 и 336 HV, на расстоянии нескольких миллиметров от шва она заметно снижается.

Прочность стыковых соединений стали 30ХГСА с  $\sigma_{02}$  до 830 МПа и  $\sigma_B$  до 935 МПа, сваренной электродами АНВМ-3 без подогрева и термической обработки, достигает  $\sigma_B = 910$  МПа, разрушение при испытании происходит за пределами шва. В зоне сплавления шва с основным металлом КСУ<sup>+20</sup> = 63...124 Дж/см<sup>2</sup> и КСУ<sup>-40</sup> = 17,5...23,6 Дж/см<sup>2</sup>.

Удовлетворительные сварочно-технологические свойства электродов АНВМ-2 и АНВМ-3 (стабильное горение дуги, умеренное разбрызгивание, удовлетворительная отделимость шлаковой корки, устойчивость против образования пор и трещин в сварных соединениях) сочетаются с приемлемыми санитарно-гигиеническими показателями. По выделениям вредных веществ высоколегированные Cr-Mn электроды близки к высоколегированным Cr-Ni-Mn электродам. Они допускаются к использованию при наличии местной вытяжной вентиляции или средств индивидуальной защиты органов дыхания.

По результатам проверки в производственных условиях новые хромомарганцевые электроды рекомендованы для сварки и наплавки без подогрева и термической обработки деталей и узлов из трудносвариваемых и разнородных сталей при изготовле-

Таблица 2. Механические свойства и показатели твердости хромомарганцевого металла шва

Марка электрода	$\sigma_{02}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>	HV
АНВМ-2	380–540	610–720	20–36	38–46	95–140	180–260
АНВМ-3	420–610	670–760	21–28	34–36	110–190	300–360

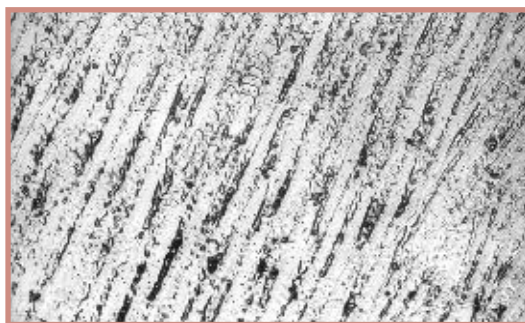


Рис. 1. Микроструктура аустенитного металла шва, выполненного хромомарганцевыми электродами,  $\times 400$

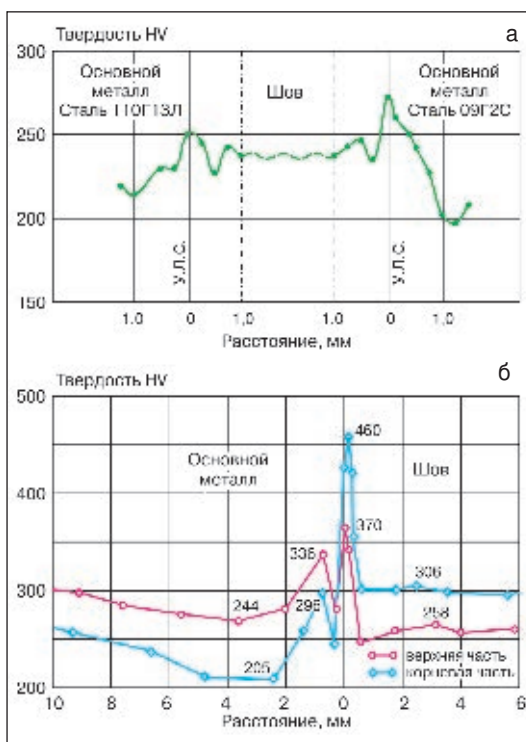


Рис. 2. Распределение твердости в поперечных сечениях сварных соединений сталей: а — 09Г2С и 110Г13Л, сваренных электродом АНВМ-2; б — 30ХГСА (упрочненной), сваренной электродами АНВМ-3

нии и ремонте горнодобывающего и горнообогатительного оборудования. Они применимы для заварки дефектов литья. В отличие от хромоникелевых электродов, с их помощью можно выполнять сварку стали, насыщенной серой и другими поверхностными и внутренними загрязнениями, что позволяет оперативно восстанавливать сваркой без зачистки труднодоступные части изделий, поврежденных при эксплуатации. Стоимость новых хромомарганцевых электродов, производство которых освоено в НИЦ МЗН ИЭС им. Е.О. Патона, ниже стоимости хромоникелевых электродов в 2–3 раза.

• #1288

# Ручные и машинные резаки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод», К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко, ПАО «НКМЗ» (Краматорск)

*В последнее время многократно повысились цены на горючий газ и кислород. Назрела необходимость в пересмотре конструкции резаков для резки металлов больших толщин с целью экономии кислорода и горючего газа.*

Совершенствование газорезательного оборудования (резаков) для кислородной резки металлов больших толщин происходит по двум направлениям:

- улучшение газодинамических параметров режущей струи;
- формирование факела пламени таким образом, чтобы он не только нагревал кромку заготовки и глубинные слои металла, но и защищал режущую струю от загрязнения, а также «обжимал» кислородную струю по ее длине. При этом потеря чистого кислорода в струе уменьшается с увеличением расстояния до резака, то есть струя сохраняет реакционную способность на большем расстоянии от резака.

В ПАО «НКМЗ» и ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» была поставлена задача разработать и внедрить в производство экономичные ручные и машинные резаки для резки заготовок толщиной до 500 мм. Предположив, что роль подогревающего пламени не ограничивается описан-

ными выше функциями, была предпринята попытка разогнать поток горючей смеси вне резака до скорости, сопоставимой со скоростью режущей струи. Эта попытка закончилась успешно и открыла новые возможности для совершенствования резаков.

За основу были приняты технические решения, заложенные в конструкцию резака РЗ-ФЛЦ, который применяют в цехах НКМЗ и других предприятий с 2007 г. и хорошо зарекомендовал себя: не было зафиксировано ни одного случая обратного удара. Эти решения защищены патентами Украины №15678, кл. F23D 14/46 от 17.07.2006 г. и №29654, кл. B23K 7/00 от 25.01.2008 г.

Высокие технологические и эксплуатационные свойства этого резака обеспечивает факел, условно разбитый на две части:

- основной факел, горящий на некотором расстоянии от торца мундштука и имеющий достаточно высокую скорость и температуру по всей своей длине;
- вспомогательный низкотемпературный факел, «привязанный» к торцу мундштука, который предназначен для удерживания основного факела.

Поскольку скорость потока газовой смеси  $V_{и}$  основного факела увеличивается, а скорость горения  $V_{г}$  остается прежней, реакция горения в факеле происходит на большей длине (рис. 1). Высокотемпературные участки факела обжимают и формируют струю режущего кислорода на большей длине и, следовательно, улучшают режущие свойства этой струи.

Для того чтобы прогреть глубинные слои металла и предотвратить проскок пламени внутрь резака, подогревающее пламя формируют с избытком горючего газа. При пуске режущей струи часть кислорода расходуется на дожигание свободного горючего газа, ухудшая режущие свойства самой струи. Если  $V_{и} \gg V_{г}$ , то можно формиро-

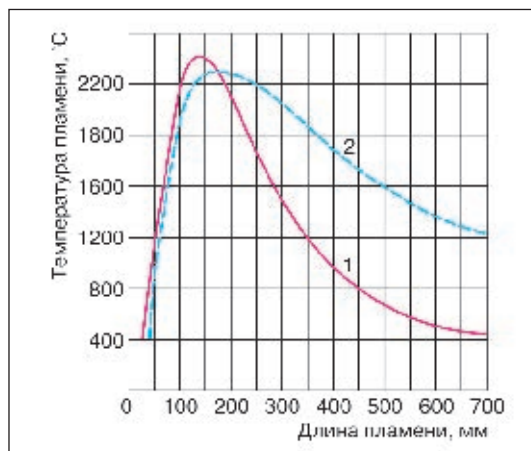


Рис. 1. График зависимости температуры пламени от расстояния до мундштука: 1 — резак РЗР-2; 2 — резак РЗ-ФЛЦ



вать нейтральное пламя, температура которого выше температуры науглероживающего пламени и факел которого не содержит свободного горючего газа, а значит, режущие свойства кислородной струи не ухудшаются, а улучшаются (рис. 2). На рис. 2 видно, что при включении режущего кислорода длина факела не уменьшается. Режущая струя в факеле имеет цилиндрическую форму. Основное пламя горит на расстоянии от мундштука, и шейка вспомогательного пламени надежно «привязывает» его к резаку.

При приближении  $V_{и}$  к скорости режущей струи уменьшается их относительная скорость, следовательно, уменьшается механическое воздействие параллельных потоков на режущую струю. Режущие свойства кислородной струи улучшаются.

В условиях, когда  $V_{и} \gg V_{г}$ , повышается безопасность работы с резаком, так как для проскока пламени внутрь мундштука нужно дополнительное внешнее воздействие. Когда  $V_{и} \gg V_{г}$ , можно спокойно работать одним и тем же резаком как на природном газе, так и на пропан-бутане или других горючих газах, что подтверждает практика.

Учитывая то, что при разработке резаков выбран инжекторный принцип смешивания кислорода и горючего газа (однородная смесь высокого качества, возможность работы с горючим газом низкого давления), дальнейшая работа по совершенствованию резака была направлена на повышение его безопасности по следующим четырем направлениям.

1. В настоящее время основным допущением при расчете резаков является условие равенства скорости истечения горючей смеси из мундштука и скорости распространения фронта пламени:

$$V_{и} = V_{г}$$

Выходные каналы для горючей смеси имеют такую величину, при которой фронт пламени балансирует в районе торца мундштука, «привязан» к нему, резак работает стабильно, но он чувствителен к внешним возмущениям.

В конструкцию разрабатываемого резака заложены технические решения, позволяющие держать фронт основного пламени на значительном расстоянии от торца мундштука, то есть

$$V_{и} \gg V_{г}$$

При появлении внешних воздействий основное пламя просто отрывается от резака. Внутри резака через выходные каналы может проникнуть низкотемпературное и слабое вспомогательное пламя, но благодаря описанным ниже техническим решениям эта возможность сведена к минимуму.

2. Исполнение внутреннего и наружного мундштуков в одном моноблоке (с множеством изолированных друг от друга подводных каналов, имеющих большую длину и большой периметр при малом поперечном сечении, то есть имеющих большую поверхность охлаждения) является ловушкой, в лабиринтах которой гаснет любой очаг внутрен-

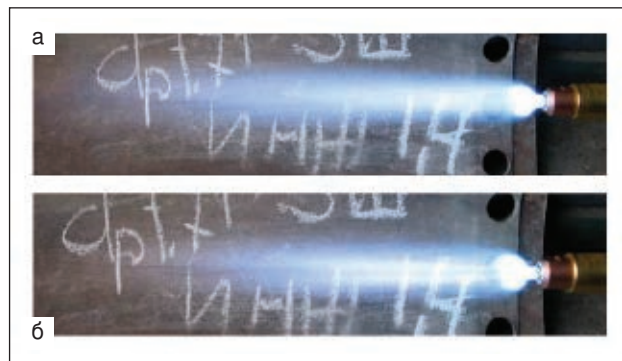


Рис. 2. Формирование пламени (пламя нормальное, факел без избытка горючего газа): а — режущий кислород выключен; б — режущий кислород включен

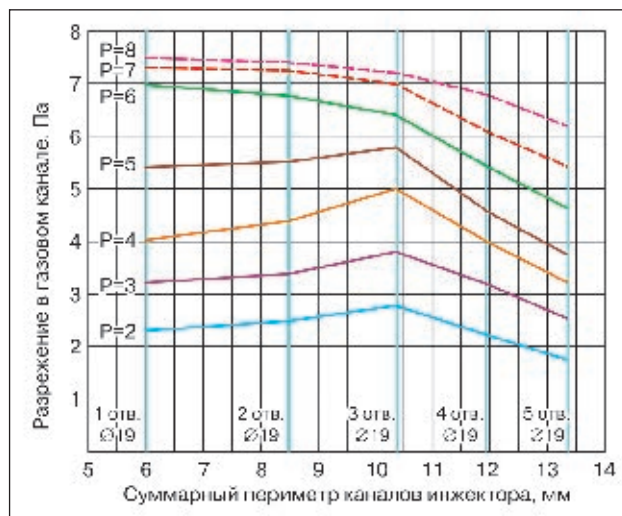


Рис. 3. Зависимость разрежения в резаке от количества отверстий инжектора при разном давлении подогревающего кислорода перед резаком

него горения. В моноблочных мундштуках улучшены условия теплоотвода, исключена возможность корректировки пользователем, исключены элементы случайности, чем гарантирована надежность и долговечность работы резака. Центрирование выходной кольцевой щели гарантирует изготовитель.

3. Общеизвестно, что при увеличении разрежения в каналах горючего газа повышается безопасность работы инжекторного резака. Предположили, что величина разрежения напрямую зависит не от площади поперечного сечения каналов инжектирующего газа, а от их периметра. Увеличивая количество отверстий, при одной и той же суммарной площади поперечного сечения каналов, наибольшее разрежение покажет система, суммарный периметр каналов которой максимальный. Результаты экспериментов по определению этой зависимости представлены в виде графика на рис. 3.

Проведенные эксперименты позволили сделать вывод, что использование трех отверстий инжектора вместо одного, обеспечивающих такой же расход кислорода, повышает инжекцию резака и, следова-

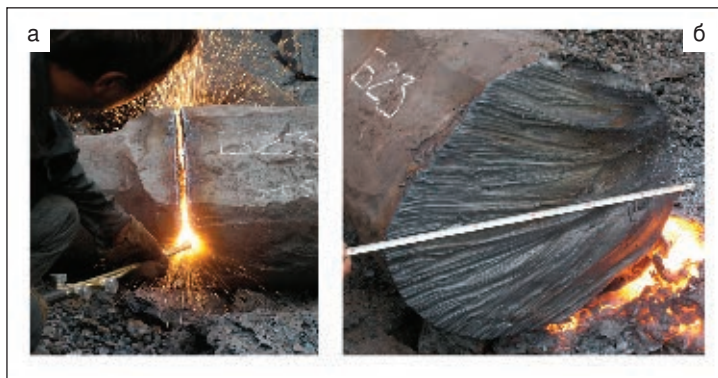


Рис. 4. Резка лома (а), поверхность реза (б). Поковка диаметром 550 мм из стали 15Х2М2ФБС, группа лома Б23. Резак ТОРН-Р. Мундштук №3, диаметр канала режущего кислорода 4 мм. Давление кислорода в сети 0,9 МПа



Рис. 5. Резка лома (а), поверхность реза (б). Поковка диаметром 600 мм из стали 18Х2Н2, группа лома Б13. Резак ТОРН-Р. Мундштук №5, диаметр канала режущего кислорода 5 мм. Давление кислорода в сети 0,9 МПа

Рис. 6. Резка прибыли диаметром 400 мм на отливке из стали 38Х1М1Л резакм ТОРН-Р. Мундштук №3. Диаметр канала режущего кислорода 4 мм



тельно, увеличивает его безопасность. Качество перемешивания горячей смеси также увеличивается.

4. Для безопасной работы резака важно, чтобы во внутренних полостях головки и мундштуков не было застойных зон, то есть суммарная площадь поперечного сечения газовых каналов по направлению к выходу из мундштука в любой плоскости только уменьшалась. Исходя из этих соображений экспериментальным путем была получена формула, которая справедлива для рассматриваемой конструкции резаков

$$F_{Г}/F_{М} = F_{М}/F_{ШЛ} = F_{ШЛ}/F_{ВЫХ} = (1,4...1,6),$$

где  $F_{Г}$  – площадь поперечного сечения канала для газовой смеси на входе в головку;  $F_{М}$  – суммарная площадь поперечного сечения каналов для газовой смеси на входе в мундштук;  $F_{ШЛ}$  – суммарная площадь поперечного сечения шлицевых каналов в мундштуке;  $F_{ВЫХ}$  – суммарная площадь поперечного сечения выходных каналов мундштука.

Площади поперечного сечения канала смесительной камеры  $F_{СК}$  и выходных каналов мундштука связаны между собой в рассматриваемых резаках следующей зависимостью, полученной также эмпирическим путем

$$F_{СК} = (1,45...1,65) F_{ВЫХ}$$

Испытания ручных резаков ТОРН-Р проводили в копровом цехе НКМЗ при резке крупногабаритного металлолома и в ФЛЦ-1 НКМЗ при отрезке прибылей литья. Испытания машинных резаков ТОРН-М проводили в цехах металлических конструкций НКМЗ. Давление кислорода в цеховых сетях колебалось от 0,8 до 1,0 МПа. Давление природного газа – от 0,065 до 0,09 МПа. Чистота кислорода – 99,2% (рис. 4–8).

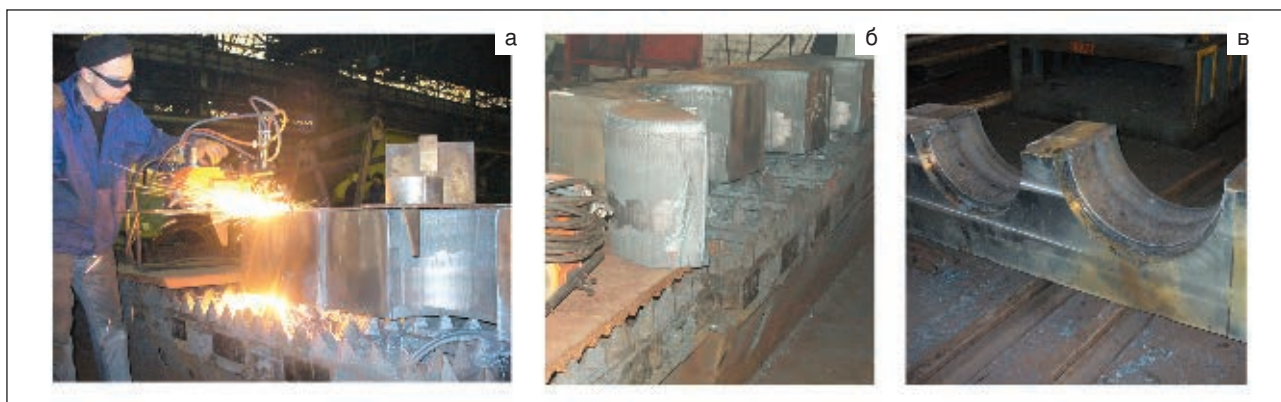


Рис. 7. Вырезка отверстий резакм ТОРН-М (а) на заготовках корпуса подшипника из стали 40Х. Поверхность реза заготовки 320 мм, мундштук №1, диаметр режущего канала 3 мм (б). Поверхность реза заготовки 380 мм, мундштук №2, диаметр режущего канала 3,5 мм (в)





Рис. 8. Вырезка отверстий диаметром 800 мм резакom TORH-M на заготовках корпуса подшипника толщиной 450 мм, сталь 40X: а — врезание; б — окончание резки; в — поверхность реза. Мундштук №4, диаметр режущего канала 4,5 мм

Ручной резак TORH-P и машинный TORH-M имеют взаимозаменяемые моноблочные мундштуки. Симметричность каналов гарантирует завод-изготовитель. Для перехода от одного диапазона толщин разрезаемого металла к другому достаточно выбрать нужный номер мундштука и установить его на резак. Это способствует экономии кислорода и горючего газа, так как обеспечивает оптимальный для данной толщины разрезаемого металла расход газов-энергоносителей.

На графике (рис. 9, а) видно, что запираение канала смесительной камеры подогревающим кислородом (точка перегиба на кривых) начинается при давлении 130 Па. Диапазон рабочих давлений составляет 50–80 Па, что значительно ниже. Это значит, что резак имеет значительный запас надежности.

Падение разрежения (рис. 9, б) в рабочем диапазоне давлений подогревающего кислорода для разных мундштуков колеблется от 20 до 35%, и резак работает стабильно. При давлении подогревающего кислорода свыше 130 Па падение разрежения увеличивается медленнее, и само разрежение все равно превышает 4–5,5 Па при давлении подогревающего кислорода 150 Па. Это говорит о том, что горючую смесь в мундштуке можно разогнать до значительных скоростей.

По сравнению с наиболее известным ручным резаком РЗР-2 массой 5,5 кг, работать с которым можно только в нижнем положении, ручной резак TORH-P весит не более 1,5 кг, то есть он в 3,6 раза легче и работать с ним можно в

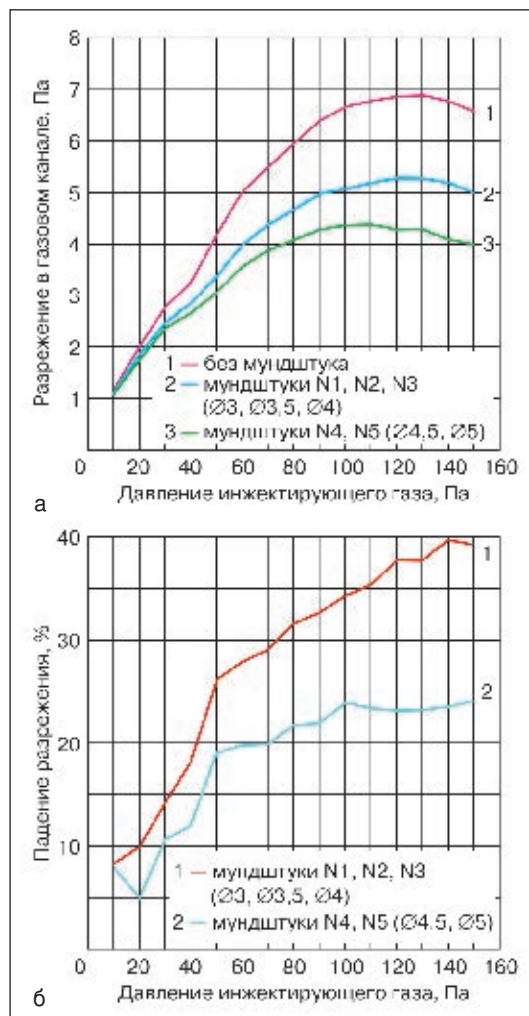


Рис. 9. Зависимость разрежения в резаке (а) и падения разрежения (б) от давления подогревающего кислорода

Техническая характеристика резаков TORH-P и TORH-M					
Толщина металла, мм	До 300	300–400	400–500	450–550	550–650
№ мундштука	1	2	3	4	5
Диаметр режущего канала, мм	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Давление на входе в резак, МПа:					
кислорода	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
горючего газа	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07
Расход, м³/ч:					
кислорода	35	45	55	70	85
природного газа	2,9	3,8	6,1	7,7	9,3
пропан-бутана	2,0	2,7	4,2	5,4	6,5
Масса резака, кг	Не более 1,1				

любом пространственном положении. Резак TORH-P по сравнению с резаком РЗР-2 расходует на 30% меньше кислорода и на 20% меньше горючего газа. ● #1289



# Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой

**А.В. Мезенцев**, ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» (Новокузнецк), **А.А. Бердников**, ООО «Урал-Техно-Плазма НТ», **Д.В. Безносков**, НТИ(ф) УрФУ (Нижний Тагил)

*Актуальность экономии крупнотоннажных дорогостоящих валков горячей прокатки, минимизации затрат на их приобретение не вызывает никаких сомнений. С целью повышения эксплуатационных характеристик валков, в первую очередь, их стойкости, а также снижения удельного расхода, который определяет общий расход валков для выполнения годовой программы проката, применяют различные методы поверхностного упрочнения. Наиболее оптимальной с точки зрения простоты процесса, затрат на его осуществление и производительности является плазменная закалка дугой прямого действия. Для калибров сложной конфигурации этот метод упрочнения является практически безальтернативным. Глубина упрочненной зоны соизмерима с величиной допустимого износа рабочих калибров, высокая твердость повышает их износостойкость и продлевает ресурс комплектов валков в целом.*

В 2011 г. на участке изготовления прокатных валков рельсобалочного цеха ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» был запущен в работу технологический комплекс упрочнения валков. На нем специалисты ООО «Урал-Техно-Плазма НТ» провели плазменную закалку опытного комплекта чугуновых валков черновой клетки для прокатки рельсов Р65. Упрочнению подвергли

наиболее изнашиваемые участки калибров 2 и 4 верхнего вала, калибров 1 и 3 нижнего вала и всех калибров первого среднего вала. Прокатку рельсов со вторым средним валом производили неупрочненными калибрами. Были закалены также комплекты валков чистовой клетки для прокатки швеллеров 24У и 40У. Упрочнению подвергли выпуски калибров. Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2.

Как видно из таблиц, несмотря на больший съем при переточке валков для прокатки Р65 и швеллера 40У, наработка (стойкость на 1 мм съёма) существенно увеличилась — на 83,8 и 31,3% соответственно.

Таким образом, поверхностная плазменная закалка чугуновых валков черновой клетки для прокатки рельсов Р65 и чистовой клетки для прокатки швеллеров 24У и 40У подтвердила высокую эффективность упрочнения.

В настоящее время специалисты УИПВ РБЦ, прошедшие обучение, самостоятельно производят закалку валков на освоенном технологическом комплексе. В феврале 2012 г. произведена плазменная закалка восьми комплектов валков станов площадки 1 строительного проката с целью опреде-

**Таблица 1. Характеристика испытанных на стойкость валков**

Профиль проката	Прокатка, т, валками (между ремонтами)		Съем при переточке, мм		Нарработка, т/мм	
	без закалки	с закалкой	без закалки	с закалкой	без закалки	с закалкой
Рельсы Р65	3006*	6840*	10,5	13,0	286,3	526,2
Швеллер 24У	788	975	30,0	30,0	26,3	32,5а
Швеллер 40У	1521	2330	30,0	35,0	50,7	66,6

\* Прокат одной стороной, на три вала.

**Таблица 2. Результаты испытаний чугуновых валков, подвергнутых плазменной закалке**

Профиль проката	Клеть	Стан	Материал валков	Повышение стойкости, %	Повышение наработки, %	Снижение удельного расхода, %
Рельсы Р65	Черновая	800	СШХН-45	127,5	83,8	30,1
Швеллер 24У	Чистовая	850	СШХНМ-50	23,7	23,7	19,2
Швеллер 40У	Чистовая	850	СШХНМ-50	53,2	31,3	34,7

Таблица 3. Результаты испытаний комплектов упрочненных валков

Стан	Комплект	Профиль	Прокатано, т	Норматив, т	Изменение стойкости, %
НЗС	С-38	Квадрат 100–150 пл.150×200	209064	170000	+23
	6-6	Квадрат 100	214800	180000	+19
	D-78	Квадрат 100	321265	325000	-1
	8-43	Квадрат 100	309200	150000	+106
250-1	13-5 сл12	Ф, №12	3539	2500	+42
	14-5 сл12	Ф, №12	3838	2500	+54
	16-6 сл12	Ф, №12	3642	2500	+46
	10-66 Ф10	Ф, №10	11071	10700	+3

ления возможности расширения номенклатуры упрочняемых валков и оценки эффективности закалки. Для непрерывно-заготовочного стана (НЗС) закалены валки шестой клетки черновой группы; первой, второй и восьмой клетей чистовой группы, все валки из чугуна СШХН-47. Для мелкосортного стана 250-1 СПЦ закалены валки предчистовых клетей чистовой группы и клетки 10 промежуточной группы, все валки из чугуна СПХН-60. Результаты производственных испытаний опытных комплектов упрочненных валков приведены в табл. 3.

Предварительная оценка эксплуатационных характеристик валков проведена только по стойкостному показателю в сравнении с утвержденным нормативом (регламентом) проката, без учета величины съема при переточке (ремонте) валков, определения наработки и расчета удельного расхода.

Повышение стойкости комплектов валков, упрочненных плазменной закалкой, составило 3–106%. Стойкость ниже норматива показал комплект валков НЗС клетки Д (вторая клеть чистовой группы) – минус 1%; незначителен эффект упрочнения комплекта валков стана 250-1 – всего 3%. По всей видимости, оба этих результата требуют уточнения схемы упрочнения с указанием мест и величины максимального износа, а также корректировки параметров режима закалки дифференцированно для каждого упрочняемого участка.

Таким образом, плазменная закалка повысила стойкость валков чистовых клетей НЗС на 19–106% (в 1,2–2 раза) и валков предчистовых клетей СПЦ при прокатке арматурных профилей №12 с использованием слиттинг-процесса на 42–54% (в 1,4–1,5 раза). ● #1290

## 15-я Международная научно-практическая конференция «Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика» 16-19 апреля 2013 г. (Санкт-Петербург)

### Организаторы конференции:

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, НПФ «Плазмацентр»

### Тематика конференции:

- конструкционные, технологические и эксплуатационные методы повышения долговечности и надежности изделий;
- технологии наплавки, напыления, осаждения, сварки;
- технологии ремонта;
- диагностика, дефектация, мойка, очистка, восстановление размеров, обработка покрытий, окраска, консервация.

### Контакты:

195112, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д.68. Б/ц «Буревестник», офис 103  
Тел.: +7(812)4449337, +7 921 9734674  
Факс: +7(812)4449336  
e-mail: info@plasmacentre.ru  
www.technoconf.ru



# Аренда оборудования Fronius: сварочные системы премиум класса для строительства магистральных трубопроводов

Д.В. Бойко, ООО «Фрониус Украина», О.Н. Кульчицкий, ОККиС, АОФ «Укргазстрой»

*Наряду с инновационными продуктами компания Fronius предлагает комплексный пакет услуг: от проведения сварочных тестов до ввода оборудования в эксплуатацию и обучения персонала. Выбирая под конкретные задачи и потребности договор на техническое обслуживание или продуманную систему расширенной гарантии, пользователь получает стабильно высокий уровень производительности и экономичности оборудования, а также уверенность в эффективности инвестиций. Благодаря такой услуге, как аренда сварочного оборудования, обеспечивается гибкость и значительная экономия средств при использовании сварочных систем премиум класса.*

Аренда от Fronius означает высокоэффективное оборудование, которое отрегулировано, протестировано и готово к выполнению различных задач по сварке. Предлагаемые в аренду сварочные системы предназначены для работы в условиях максимальной нагрузки и высоких требований к качеству изделий. Гарантировано отсутствие простоев в работе предприятия — передача оборудования осуществляется в кратчайшие сроки. Услуга аренды предусматривает предоставление необходимой технической и консультационной поддержки, а также проведение комплексного обучения персонала.

Фирма «Укргазстрой» — ведущее украинское предприятие индустрии капитального строительства в топливно-энергетическом комплексе. Среди основных направлений деятельности компании следует отметить: строительство и монтаж магистральных нефте- и газопроводов, продуктопроводов, а также специальных трубопроводов; обустройство газовых и нефтяных месторождений; монтаж установок комплексной подготовки газа и строительство магистральных насосно-перекачивающих и компрессорных станций на нефте- и газопроводах. С момента своего основания в 1946 г. предприятие «Укргазстрой» осуществило строительство многих тысяч километров магистральных трубопроводов и обустроило сотни крупнейших объектов газонефтяной отрасли по всему миру. Прочно занимая лидирующие позиции на рынке, предприятие продолжает активно наращивать производственные мощности, расширяет партнерскую базу и географию своей деятельности. Столкнувшись с острой необходимостью качественного и быстрого выполнения временных сварочных работ, руководство фирмы «Укргазстрой» приняло решение воспользоваться услугой аренды



Аппараты TransPocket позволяют выполнять высококачественную сварку неповоротных стыков трубопровода покрытыми электродами различных типов

сварочного оборудования, предоставляемой компанией ООО «Фрониус Украина».

Для сварки неповоротных и поворотных стыков труб магистрального трубопровода было выбрано оборудование Fronius серий TransSteel, VarioSynergic и TransPocket. Согласно используемой на предприятии технологии, трубы диаметром 426 мм с толщиной стенки 16–18 мм соединяют с помощью многопроходных швов, при этом корневой и второй «горячий» проходы выполняют ручной дуговой сваркой покрытыми электродами (ММА), а заполняющие и лицевой проходы — плавящимся электродом в среде защитных газов (MIG/MAG).

Аппараты TransPocket 2500 и TransPocket 3500 позволяют осуществлять высококачественную сварку неповоротных стыков трубопровода покрытыми электродами. Благодаря дополнительному пульту дистанционного управления обеспечивается



Стандартные источники питания серии VarioSynergic характеризуются наличием синергетического режима, который способствует удобству настройки режимов при работе в различных пространственных положениях, а также при выполнении многопроходной сварки



Среди основных преимуществ инверторного цифрового источника питания TransSteel специалисты фирмы «Укргазстрой» отмечают специальные графические характеристики аппарата и простоту управления, а также высокую скорость сварки и производительность наплавки

простое и быстрое задания параметров при выполнении сварочных работ во всех пространственных положениях.

Стандартные источники питания серии VarioSynergic для механизированной (полуавтоматической) сварки характеризуются наличием синергетического режима, который способствует удобству настройки для работы в различных пространственных положениях, а также при выполнении многопроходной сварки. Высокие эксплуатационные характеристики оборудования и встроенная база экспертных знаний гарантируют максимальную стабильность процесса и отличное качество сварных швов.

Среди основных преимуществ инверторного цифрового источника питания TransSteel специалисты фирмы «Укргазстрой» отмечают специальные графические характеристики аппарата и простоту управления, а также высокую скорость сварки и производительность наплавки. «Полуавтомат TransSteel — это мечта любого сварщика — один раз настроил режимы, и больше к панели управления не подходишь целый день — кнопки выбора режима находятся прямо на горелке», — отмечает Василий Мазурак, мастер трубосварочной линии предприятия «Укргазстрой». «Кроме того, — добавляет он, — у нас TransSteel работает в паре с VarioSynergic, и сварщику, который использует аппарат TransSteel, требуется на 10–15% меньше времени на каждый проход, чем сварщику аналогичной квалификации, но который варит на стандартном полуавтомате VarioSynergic. При этом качество швов после сварки аппаратом TransSteel просто изумительное — брызг нет вообще».

Когда речь заходит о преимуществах услуги аренды оборудования, Василий Мазурак рассказывает: «Основное преимущество в том, что я абсолютно спокоен по поводу работоспособности имеющихся в наличии сварочных аппаратов Fronius. Периодически мне звонит ответственный менеджер компании «Фрониус Украина», интересуется состоянием сварочных систем, уточняет относительно необходимости расходных материалов и дополнительного оборудования, предлагает рациональные решения производственных задач. Лучшего отношения к клиентам я не встречал».

*Fronius International — австрийское предприятие с головным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме и Заттледте. Предприятие специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Штат компании насчитывает 3257 сотрудников. Доля экспорта составляет 94%, и ее обеспечивают 19 дочерних компаний, а также международные партнеры по сбыту и представители Fronius более чем в 60 странах. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 878 действующим патентам Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.*

**Fronius**

**ООО «Фрониус Украина»**  
07455 Киевская обл., Броварской р-н,  
с. Княжичи, ул. Славы, 24

**РАСШИРЯ ГРАНИЦЫ**

тел. +38 0 44 277 21 41  
факс +38 0 44 277 21 44

sales.ukraine@fronius.com  
www.fronius.ua

● #1291

Публикуется  
на правах  
рекламы.

# Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки

В.В. Иштуткин, Инженерная фирма «ИНТО» (Запорожье)

*Гибкие производственные системы (ГПС) — новый, более высокий этап автоматизации, при котором достигается всесторонняя автоматизация производства, объединяющая в единый комплекс средства технологического оснащения и автоматизированные системы управления технологическими процессами. Применение ГПС, помимо решения общих задач автоматизации (снижение издержек производства, повышение производительности, улучшение качества продукции), позволяет снижать затраты и сокращать время подготовки производства, оптимизировать инвестиции путем создания долговременных и эффективных технологических систем в сварочном производстве. ГПС (ГОСТ 26228-84) — это совокупность или отдельная единица технологического оборудования и системы обеспечения его функционирования в автоматическом режиме, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах их характеристик.*

Сегодня под гибкостью понимается приспособляемость системы к различным изменениям, связанным с производственной программой. Система считается гибкой, переналаживаемой без существенных затрат, если при изменении производственной программы не меняется число и вид ее элементов, а также вид их связей.

Основу ГПС дуговой сварки составляют автоматические системы роботизированной дуговой сварки (RAW), способные длительное время работать без участия оператора. Работа системы в автоматическом режиме позволяет существенно увеличить производительность и снизить затраты на содержание персонала. По сравнению с традиционными автоматизированными РТК,

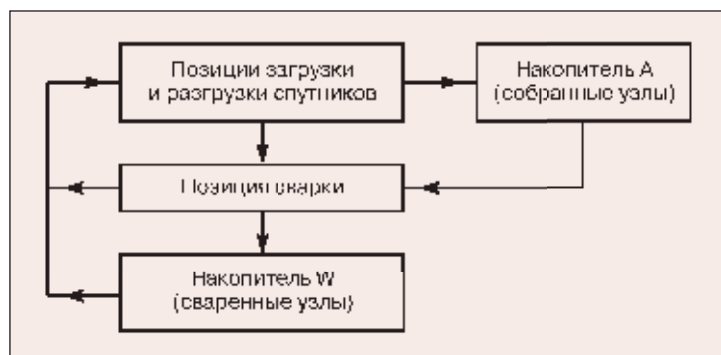
работающими в «режиме оператора», автоматические системы способны функционировать в течение смены в среднем на 60 мин больше. Применение технологий без присутствия людей во вторую и третью смены позволяет значительно снизить затраты на оплату труда и не требует больших энергетических и бытовых расходов. Атрибутом автоматических систем RAW являются специальные транспортно-накопительные системы. В отличие от работы со штучной заготовкой (деталью) при механической обработке или штамповке, объектом накопления при сварке могут быть:

- входящие детали, ориентировано установленные в кассету (кассеты) для последующей автоматической сборки и сварки;
- отдельно собранный и прихваченный узел, ориентировано установленный на шаговом конвейере или в кассету для последующей автоматической установки и доварки в спутнике;
- спутник с собранным для сварки узлом.

Изготовление сварных конструкций в ГПС осуществляют по алгоритму, показанному на *рис. 1*.

Впервые гибкую производственную систему дуговой сварки представила фирма ESAB (Швеция) около тридцати лет назад. Ее суть сводилась к увеличению степени использования сварочных роботов в течение рабочего дня за счет применения автоматических систем RAW и «стандартных поддонов» (спутников) в качестве средств межпозиционного трансфера свариваемых изделий. Одна из таких ГПС показана на *рис. 2*. Система в автоматическом цикле на четырех позициях осуществляет сварку различных изделий, расположенных на спутниках. Основу системы составляет портал 5 длиной 13 м, на двух каретках которого консольно подвешены сварочные роботы 8. Позиции загрузки 6 и разгрузки 2 выполнены в виде реверсивных накопительных рольгангов. Спутник 7 для сварки подается с рольганга 6 секцией цепного конвейера 3 на опускающую секцию (рольганг) позиции сварки и

Рис. 1. Алгоритм изготовления сварных конструкций в ГПС

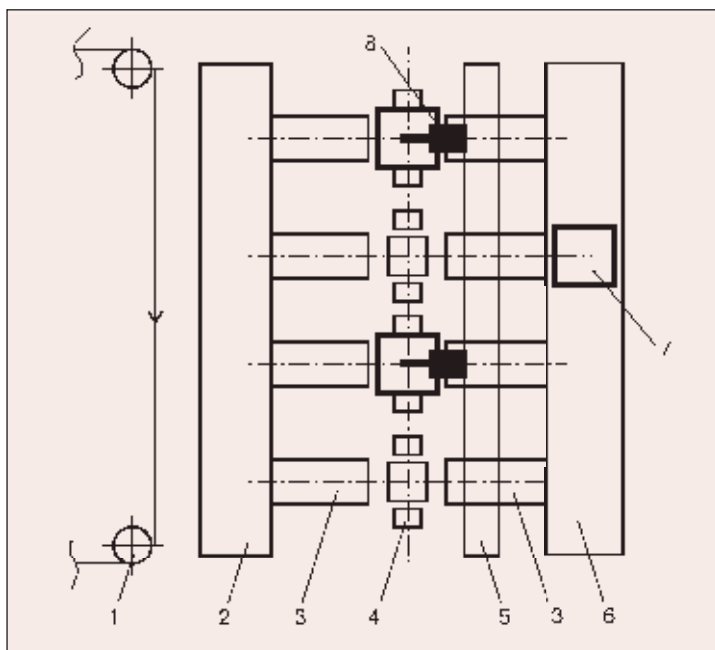




фиксируется во вращателе 4. Спутник идентифицируется, и робот выполняет соответствующую сварочную программу. После сварки секцией цепного конвейера спутник перемещается на рольганг 2. Сваренные изделия навешиваются на конвейер окраски 1, минуя промежуточные склады. После разгрузки с позиции 2 пустые спутники возвращаются на позиции загрузки 6 через не занятые роботами позиции сварки. К недостаткам таких конвейерных ГПС относятся:

- сложность конструкции и высокая материалоемкость;
- большая производственная площадь, занимаемая системой;
- повышенный износ опорных поверхностей спутников;
- низкая способность к тиражированию.

Создание универсальных ГПС для дуговой сварки произвольной номенклатуры узлов сегодня невозможно. Однако из всего многообразия сварных конструкций можно выделить большую группу мелких и средних узлов массой до 20 кг, являющихся отдельными изделиями или элементами более крупных изделий, для которых создание типовых ГПС не только возможно, но и целесообразно. Наиболее перспективной конфигурацией таких систем представляются ГПС, формируемые по модульному принципу на базе бесконвейерных транспортных систем (табл. 1), или модульные гибкие производственные системы (МГПС). Они



формируются путем агрегатирования различных видов систем сварки и транспортно-накопительных систем (рис. 3, 4).

Элементарными технологическими форматами МГПС являются гибкие технологические модули (ГТМ) или станции (ГТС) — системы соответственно с одной или двумя позициями сварки. Многопозиционные системы формируют в виде гибких технологических линий (ГТЛ) на базе многопозиционных поворотных столов. Несколько ГТМ, ГТС или ГТЛ в любой комбинации образу-

Рис. 2. Схема расположения оборудования ГПС дуговой сварки фирмы ESAB

Таблица 1. Компоненты МГПС и их условные обозначения

Назначение	Наименование и обозначение		
Носитель изделий	Спутник с приспособлением. Приспособление		Спутник с кассетой
Загрузка-разгрузка изделий	Робот-манипулятор	Оператор	Сварщик
Транспортно-накопительные системы	Система Robocar	Челнок	Поворотный стол
Системы сварки	Модуль	Станция	Линия

Рис. 3. Технологические схемы МГПС с накоплением приспособлений: а — ГТМ; б — ГТЛ

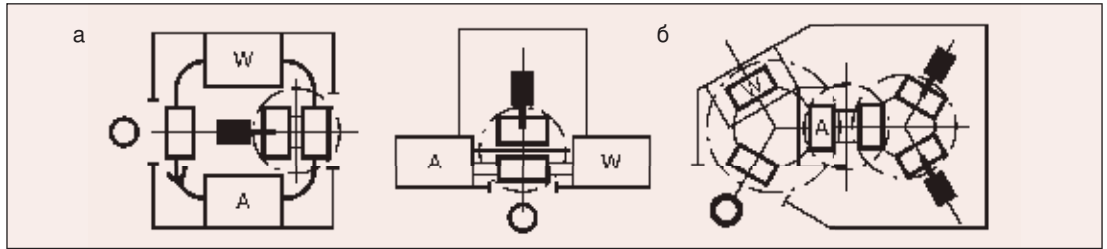
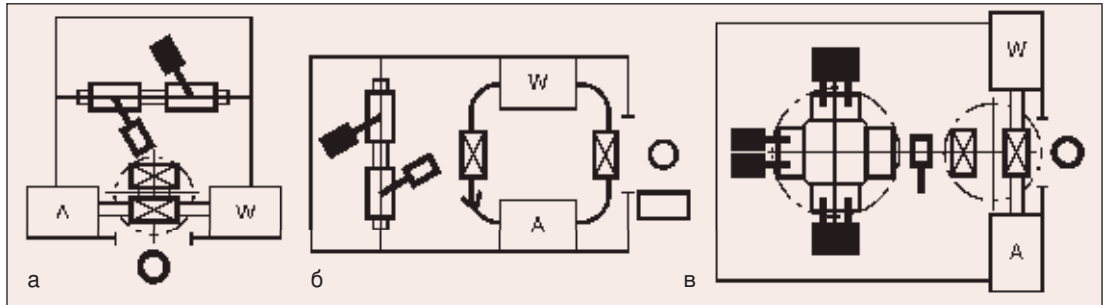


Рис. 4. Технологические схемы МГПС с накоплением кассет: а, б — ГТС; в — ГТЛ



ют гибкий технологический комплекс (ГТК). В качестве транспортных и загрузочных устройств в МГПС используют системы Robocar, напольные челночные каретки, перемещающиеся по жестким направляющим, или поворотные столы, а в качестве трансферных устройств — поворотные столы с вращателями для позиционирования спутников. Накопительные системы — вертикальные реверсивные однокамерные накопители. Роботкары, челночные каретки и стационарные позиции загрузки-разгрузки спутников оснащены вертикальными подъемниками и расположены под рабочими поверхностями транспортных, трансферных и накопительных систем. Сборку и съем изделий массой до 20 кг может вручную выполнять оператор или автоматически робот. В качестве носителя изделий используют однотипный спутник с размерами в плане 1400×700 мм, «вписываемый» в рабочую зону сварочного робота и обеспечивающий свободный доступ оператора для сборки. Спутник выполнен в виде прямоугольной рамы, на которой расположены конструктивные элементы для фиксации и поворота, а также пластики с контрольными и монтажными отверстиями для крепления элементов приспособлений или кассет. При этом возможны компоновки спутников с односторонним расположением (спутники типа «бутерброд») или двусторонним расположением приспособлений (спутники типа «сэндвич»). Для сварки мелких узлов используют многоместные спутники.

В МГПС можно изготавливать один или несколько различных узлов. В последнем случае позиции сварки и сборки комплек-

туют системой идентификации спутников. Увеличения производительности сварочных позиций достигают путем использования одновременно двух сварочных роботов на позиции сварки. Замену спутников при изменении производственной программы или для ремонта осуществляют на позициях загрузки-выгрузки изделий с помощью цеховых ПТМ.

Пропускная способность МГПС

$$C = ts R,$$

где  $ts$  — время функционирования системы в течение смены, мин;  $R$  — количество роботов в системе, шт. В свою очередь

$$ts = Ts / k,$$

где  $Ts$  — общая продолжительность смены, мин, для RAW  $Ts = 510$  мин;  $k$  — коэффициент, учитывающий время обслуживания системы,  $k = 1,05...1,15$ .

Расчетный такт выпуска системы

$$t^* = ts / Ns,$$

где  $Ns$  — программа выпуска изделия основного производства, шт./ смену.

Такт и программа выпуска  $i$ -го узла

$$ti^* = ts / Ni, \quad Ni = Ns ai,$$

где  $ai$  — применяемость  $i$ -го узла в изделии основного производства.

Объем сварки  $i$ -го узла

$$Wi = Ni ti^*.$$

Условие возможности изготовления  $i$  узлов в системе

$$\sum Wi < C.$$

Производственная и экономическая эффективность ГПС дуговой сварки зависит от времени функционирования системы в автоматическом режиме  $At$  в течение рабочего дня. При сварке одного узла

$$At = s p t^*,$$

где  $s$  — количество зарезервированных спутников в накопителе «А»;  $p$  — количество узлов в спутнике.

При этом возможны следующие режимы работы системы: *режим 1* — работа системы с оператором (сварщиком) в первую смену ( $t_s = 460$  мин) с минимальным  $At = 30...40$  мин для покрытия времени отсутствия рабочего (обед, перерывы на отдых и др.); *режим 2* — то же с накоплением (сохранением) спутников для работы во второй смене; *режим 3* — работа системы без оператора (сварщика) в автоматическом режиме во вторую смену в течение 460 мин. Возможность применения вышеупомянутых режимов определяется в основном вместимостью накопителей и годовой программой выпуска изделия  $Ny$  (тыс. шт./год).

Анализируя графики функции  $At = f(Ny)$  при  $s=10$ , показанные на рис. 5, можно сделать следующие выводы. Для систем с накоплением приспособлений ( $p = 1$ ) применение режима 1 возможно при  $Ny < 50\ 000$  шт./год, а работа в режиме 3 весьма ограничена, при этом следует иметь в виду, что использование многоместных приспособлений существенно расширяет границы применения обоих режимов работы системы. Для систем с накоплением кассет ( $p = 10; 20$ ) работа в режиме 1 практически не ограничена, а работа в режиме 3 возможна при  $50\ 000 < Ny < 100\ 000$  шт./год.

Работа системы в режиме 2 возможна при сварке узлов с коэффициентом объема сварки  $Kw > 0,66$  ( $Kw$  определяется как

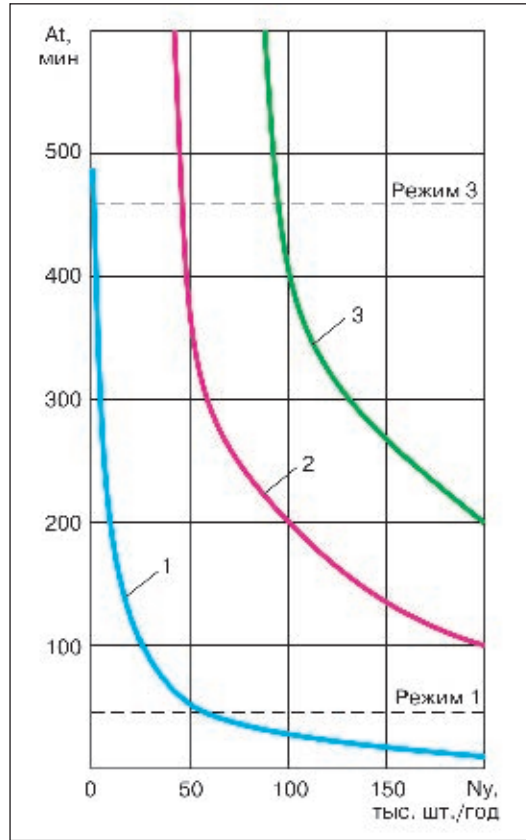


Рис. 5. График функции  $At=f(Ny)$  при  $s=10$ : 1 —  $p=1$ ; 2 —  $p=10$ ; 3 —  $p=20$

выраженная в долях единицы величина отношения времени сварки к оперативному времени изготовления изделия).

В сварочных цехах МГПС могут заменять как отдельные посты сварки MIG-MAG, так и целые участки. В последнем случае целесообразно применение ГТК с транспортной системой Robocar (рис. 6), обеспечивающей высокую гибкость системы. Напольные безрельсовые транспортные роботы или роботкары обеспечивают оптимальное распределение грузопотоков благодаря простоте трасс и возможности изменения маршрутных схем при перестройке производства или увеличении выпуска про-

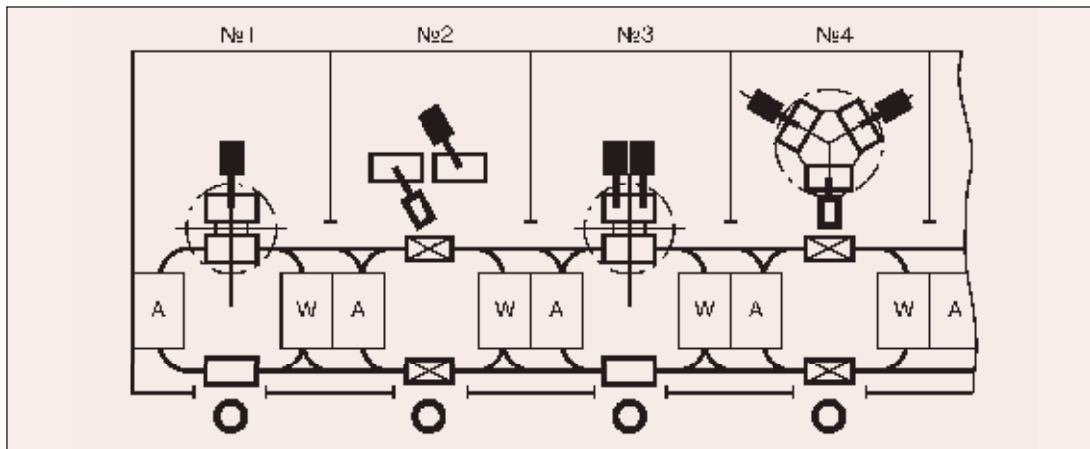
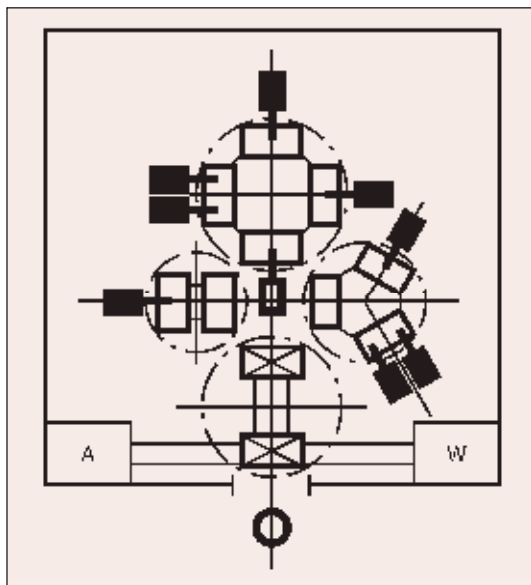


Рис. 6. Технологическая схема ГТК с системой Robocar



Рис. 7.  
Технологическая схема роторного ГТК



дукции; простоту взаимодействия с технологическим оборудованием на позициях обработки; устранение загромождения производственных площадей стационарными транспортными устройствами. ГТК формируют из блоков одного типоразмера (рис. 6, №1–4). Комплекс имеет общую транспортно-накопительную систему с программированием перемещений роботкаров посредством общей системы управления. В качестве носителей изделий могут быть использованы и приспособления, и кассеты. Сварочные позиции блоков взаимозаменяемы с применением любых технологических форматов (ГТМ, ГТС, ГТЛ). Кроме того, ГТК может работать как поточная линия с использованием всех или части блоков комплекса в виде позиций линии. При этом накопительная способность такой линии возрастает в число раз, соответствующее количеству используемых в линии блоков. Таким образом, ГТК обладает наибольшей гибкостью по всем компонентам МГПС.

В отдельных случаях возможно также применение роторных ГТК (рис. 7) с накоплением кассет, работающих как линии с межпозиционной переустановкой изделий. Такие системы обладают большими технологическими возможностями, но меньшей гибкостью по сравнению с ГТК на базе систем Robocar.

В системах с накоплением приспособлений, помимо ограничений по программе выпуска и повышенного износа фиксирующих элементов спутников, имеет место большой разброс геометрических параметров изделий в связи с большим числом сварочных приспособлений (спутников) в системе. С

технологической точки зрения предпочтительной является схема обработки с накоплением кассет с прихваченными узлами. Такой способ имеет ряд преимуществ:

- есть возможность накопления большого числа изделий;
- отсутствует необходимость установки (замены) с периодичностью такта выпуска спутников в системе трансфера и позиционирования;
- значительно упрощается конструкция приспособлений спутников для доварки;
- стабильные геометрические параметры изделий позволяют корректировать программы робота при возможных отклонениях линии сварного шва;
- при доварке можно использовать не конструкторские, а технологические базы, метод перемены баз на разных позициях сварки (в роторных ГТК);
- можно выполнять досборку узла в автоматическом режиме;
- мелкие детали и детали, устанавливаемые «по месту» в изделии, можно приваривать при прихватке узла.

Сборку и прихватку узла можно производить: на дополнительной позиции МГПС (см. рис. 4, б), при этом сварщик выполняет также загрузку-разгрузку кассет в системе; на другом участке цеха с транспортированием прихваченных узлов в таре, кассетах или с помощью накопительного подвесного конвейера к МГПС, где загрузку-разгрузку выполняет оператор (см. рис. 4, а, в).

Однако такой способ возможен при наличии в конструкции узла простых и надежных вспомогательных баз, позволяющих не только установить наибольшее число узлов в кассету, но и обеспечить точную автоматическую установку узла в приспособление спутника.

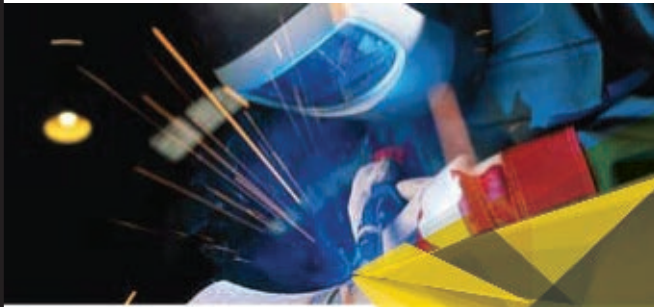
Опыт создания и эксплуатации ГПС свидетельствует, что они не могут быть системным решением в любом случае, но у ГПС существует ряд преимуществ, которыми можно воспользоваться с учетом конкретных экономических потребностей и технических возможностей любого предприятия независимо от его размера. Применение МГПС при разработке новых и реконструкции действующих производств позволит отечественным предприятиям выйти на высокий технический уровень организации сварочного производства, значительно увеличить производительность, улучшить качество и повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции.

ООО «Триада-Сварка»  
с 1992 г. на рынке  
сварочного оборудования  
Украины



**ТРИАДА  
СВАРКА**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК  
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ  
СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ  
КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ**

**ШИРОКИЙ ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Украина,  
г. Запорожье,  
ул. 40 лет Сов. Украины,  
82, оф. 79

г. Днепропетровск,  
пр. Кирова, 58, оф. 6

sales@triada-welding.com

тел.: (061) 220-00-79

(061) 213-22-69

факс: (061) 233-10-58

(0612) 34-36-23

тел.: (056) 375-65-83

(050) 322-50-03

www.triada-welding.com



**WELDOTHERM**

G.M.B.H. ESSEN

**Оборудование для термической обработки из Эссена**

«Ваш партнер для проведения термообработки»

**ООО «Велдотерм-Украина»**

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

Украина, 77311, Ивано-Франковская обл., г. Калуш-11, а/я 18

Т./ф. (03472) 6-03-30. E-mail: weldotherm@ukrpost.ua

[www.weldotherm.if.ua](http://www.weldotherm.if.ua)



- Установки для термообработки сварных соединений серии VAS™, Standard™, Standard Europa™.
- Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.
- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.
- Расходные материалы в ассортименте (изоляция, нагревательные элементы, приборы контроля температуры и т. д.)
- Сдача установок для термообработки сварных соединений в аренду.
- Услуги по термообработке.
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования.



**ELMA  
EMITA**

83058, Донецк, ул. Левобережная, 35

(062) 345-15-62, (050) 326-95-71

E-mail: emita-elma@ukr.net

<http://elma-emita.dn.ua>

**Установки многоточечной  
контактной сварки сетки**

(строительной, шахтной затяжки и еврограждений)



Ширина сетки от 600 до 3100 мм

Размер ячейки 25...200 мм

Диаметр проволоки 1,6...12 мм

Количество одновременно свариваемых точек — до 82

Подача поперечного прутка — поштучно из бункера

Отсутствие гибких электрических соединений

между выводами трансформатора и электродами

Равномерная загрузка трех фаз. Экономичность



**НАВКО-  
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

**Автоматические установки и роботы  
для дуговой сварки и наплавки**



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ  
ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ  
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТотехнологические  
КОМПЛЕКСЫ для СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



Украина, Киев  
Тел. (+38.044) 456-40-20  
456-63-53

<http://www.navko-teh.kiev.ua>

E-mail: info@navko-teh.kiev.ua

# Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением\*

Г.И. Лащенко, канд. техн. наук, НТК «Институт электросварки им. Е.О. Патона»

*Защитные среды, выполняя свою основную функцию защиты расплавленного металла от воздуха, оказывают значительное влияние на физические, металлургические и технологические характеристики процесса сварки.*

Рассмотрим некоторые известные и предлагаемые автором способы сварки с комбинированием источников нагрева и защитных сред.

**Двух- и трехдуговая сварка плавящимися электродами.** Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом занимает лидирующие позиции среди других сварочных технологий. Наиболее широко применяют однодуговую сварку. Менее распространены двух-, трех-, четырех- и пятидуговая сварка в общую ванну. Последние две технологии в основном используют при производстве труб большого диаметра. Двух- и трехдуговую сварку под флюсом проволокой диаметром 3–5 мм применяют в судо- и резервуаростроении, трубном производстве, при изготовлении балочных и листовых конструкций различного назначения с протяженными швами.

Двух- и трехдуговую сварку в защитных газах и под флюсом электродной проволокой диаметром 1–2 мм, учитывая технологические возможности способов, целесообразно применять более широко взамен однодуговой сварки проволокой диаметром

3–5 мм, в том числе для решения таких важных задач, как повышение производительности труда (в 2–3 раза), снижение тепловоголожения (в 1,7–2,0 раза), уменьшение остаточных деформаций и обеспечение требуемых служебных характеристик различных металлоконструкций.

Главными недостатками двух- и трехдуговой сварки в защитных газах считается повышение разбрызгивания металла и нарушение стабильности процесса в результате магнитного взаимодействия дуг. В то же время эта и другие проблемы могут быть успешно решены благодаря возможностям, которыми в настоящее время располагает электротехника и сварочная металлургия (рациональное питание дуг, специальные источники тока, системы управления, защитные газовые среды, порошковая проволока и др.).

Одним из направлений дальнейшего совершенствования двухдуговой сварки открытыми дугами может быть использование двухскоростной газовой защиты одной (первой) или обеих дуг (рис. 3).

В первом варианте, приведенном на рис. 3, а, первую по ходу сварки дугу 1, питающуюся постоянным током обратной полярности, дополнительно сжимают потоком защитного газа, подаваемого по соплу 2 со скоростью, значительно превышающей скорость потока основного защитного газа, подаваемого по соплу 3. Основным защитным газом используют для защиты расплавленного металла и второй дуги 4.

Во втором варианте (рис. 3, б) скоростной поток используют и для сжатия второй дуги 4. В этом случае концентрация нагрева больше, чем в предыдущем. Эффективность использования дополнительного скоростного потока газа аргона впервые была исследована А.А. Аловым и В.М. Шмаковым при однодуговой сварке алюминия плавящимся электродом. При этом глубина проплавления и полный тепловой КПД процесса сварки на оптимальных режимах увеличились примерно в два раза. По сути, речь идет о плазменно-дуговой сварке плавящимся электродом, а улучшение энергетиче-

\*Продолжение.  
Начало  
в №5–2012.

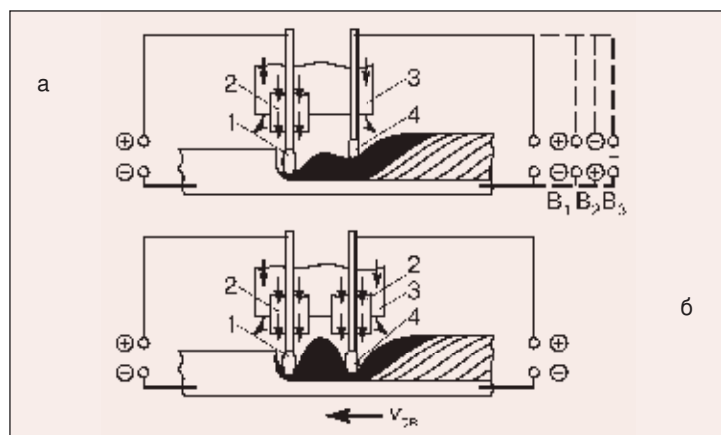


Рис. 3. Схема двухдуговой сварки с двухскоростной газовой защитой одной (а) и двух (б) дуг: 1, 4 — соответственно первая и вторая дуга; 2 — сопло для подачи высокоскоростного потока газа; 3 — сопло для подачи защитного газа с обычной скоростью



ческих характеристик связано с дополнительным сжатием дуги и улучшением теплоотдачи к основному металлу под воздействием скоростного потока газа.

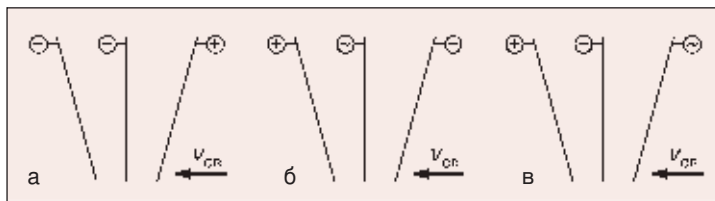
И.М. Коваль и А.И. Акулов показали, что повышение скорости дополнительного потока защитного газа до 40 м/с позволяет увеличить глубину проплавления стали в 1,5–2,0 раза по сравнению с глубиной проплавления при обычном способе сварки электродной проволокой диаметром 1–1,2 мм в  $\text{CO}_2$ . При сварке с высокой скоростью истечения дополнительной струи  $\text{CO}_2$  образуется узкий шов с коэффициентом проплавления 0,71–0,33, высоким усилением без плавного перехода к основному металлу.

По мнению автора, формирование швов может быть улучшено за счет использования двух дуг, горящих в общую ванну и питающихся от отдельных источников.

В этом случае для дополнительного сжатия дуги (дуг) и защиты зоны сварки могут быть использованы как однородные, так и разнородные газы (смеси газов). Улучшение формирования швов и уменьшение разбрызгивания также возможно за счет разнополярного горения первой и второй дуг (вариант  $B_2$ , рис. 3, а), питания второй дуги переменным током (вариант  $B_3$ ), использования одной или двух порошковых проволок.

Эффект, аналогичный использованию порошковой проволоки, может быть достигнут за счет подачи в зону сварки, в том числе посредством скоростной струи газа, небольшого количества флюса соответствующего состава. Такой процесс может быть использован как при сварке сталей, так и других сплавов, в частности, алюминиевых.

Трехдуговая сварка плавящимися электродами диаметром 1–2 мм в защитных газах в общую ванну пока недостаточно исследована. При трехдуговой сварке большую роль играет схема питания дуг, минимизирующая их магнитное взаимодействие. Три возможных варианта подключения дуг к независимым источникам тока показаны на рис. 4. Согласно варианту, показанному на рис. 4, а, первая и третья по ходу сварки дуги питаются постоянным током обратной полярности, а вторая — постоянным током прямой полярности. Поскольку направление тока, протекающего по первой и третьей дугам, не совпадает с направлением тока, который протекает по второй дуге, они будут отталкиваться от нее, а сварка будет протекать более стабильно, чем при питании всех дуг током обратной полярности.



В варианте подключения дуг, показанном на рис. 4, б, первая дуга питается постоянным током обратной полярности, третья — прямой полярности, а вторая — переменным током. В этом случае первая и третья дуги поочередно, с частотой переменного тока, подтягиваются и отталкиваются относительно второй дуги.

Вариант питания дуг, показанный на рис. 4, в, может иметь некоторые преимущества при сварке ферромагнитных материалов по сравнению с вариантом на рис. 4, б.

Во всех рассмотренных вариантах повышению стабильности процесса способствуют оптимизация параметров режима сварки, выбор соответствующего защитного газа (смеси газов) и использование в качестве одного, двух или трех электродов порошковой проволоки. В случае, показанном на рис. 4, а, рациональной может быть комбинация, при которой в качестве второго электрода используют неплавящийся вольфрамовый электрод, подключенный к источнику постоянного тока или питающийся модулированным током.

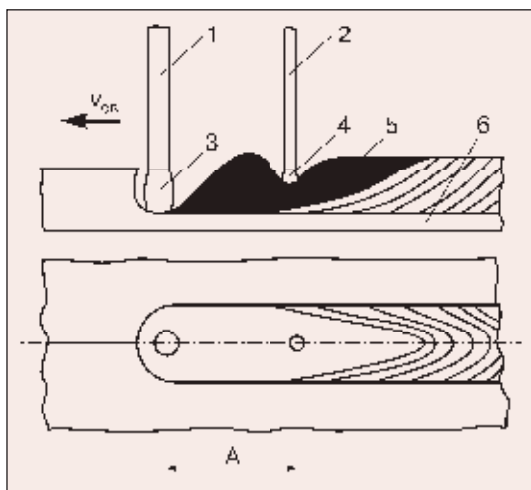
Трехдуговая сварка может обеспечить примерно трехкратное повышение производительности и существенно расширить диапазон регулирования тепловложения при соединении различных материалов.

В практике сварочного производства часто возникает необходимость более тонкого регулирования тепловложения и локального перераспределения теплоты в границах образующейся сварочной ванны. С этой целью при однодуговой сварке в защитных газах и под флюсом используют питание дуги модулированным током или колебания конца электрода по различным траекториям.

При двух- и многодуговой сварке появляются дополнительные возможности реализации эффекта модуляции тока и колебания электрода. В качестве такого примера можно привести способ сварки, показанный на рис. 5, где предложено использовать две дуги, которые существенно отличаются мощностью, а именно — мощность второй по ходу сварки дуги значительно ниже мощности первой. При этом базовые характеристики процесса (тепловложение, про-

Рис. 4. Схема подключения электродов при трехдуговой сварке в защитных газах на постоянном токе (а) и переменном (б, в) токах

Рис. 5. Схема сварки двумя дугами асимметричной мощности: 1, 2 — соответственно первый и второй электроды; 3 — первая дуга; 4 — вторая дуга; 5 — сварочная ванна; 6 — свариваемое изделие; А — расстояние между электродами



изводительность) в основном определяют мощностью первой дуги, а вторая, относительно маломощная дуга, служит для более тонкого регулирования термических, гидродинамических и металлургических процессов в сварочной ванне. Такое влияние второй дуги усиливается за счет использования механических колебаний второго электрода (рис. 6) или модуляции тока, которым питается эта дуга.

Тот или иной вид колебаний и его параметры выбирают в зависимости от того, какой технологический эффект хотят достигнуть (улучшить формирование швов, увеличить скорость сварки, уменьшить содер-

жание вредных газов в сварочной ванне, повысить стойкость против образования трещин, пор, снизить количество неметаллических включений, улучшить механические свойства и служебные характеристики сварных соединений).

Вариант двухдугового процесса с питанием второй дуги модулированным током, когда первая дуга горит стационарно, позволяет, не изменяя базовых параметров режима первой дуги, а значит и основных условий образования шва (в частности, глубины проплавления), активно влиять на его кристаллизацию за счет подачи импульсов тока на вторую дугу, расположенную в хвостовой, более холодной части сварочной ванны. При этом создаются более благоприятные условия и расширяются возможности для регулирования процесса формирования и кристаллизации шва по сравнению с одnodуговой сваркой модулированным током.

Реализация предлагаемого способа возможна и в варианте совместного использования колебаний второй маломощной дуги и ее питания модулированным током. При этом подача импульсов тока может осуществляться как постоянно на всей траектории движения дуги, так и в отдельных ее точках, в том числе с использованием мгновенных остановок электрода в этих точках. В последнем случае появляются дополнительные возможности для термоциклической обработки различных зон сварного соединения в зависимости от вида и состава свариваемых материалов.

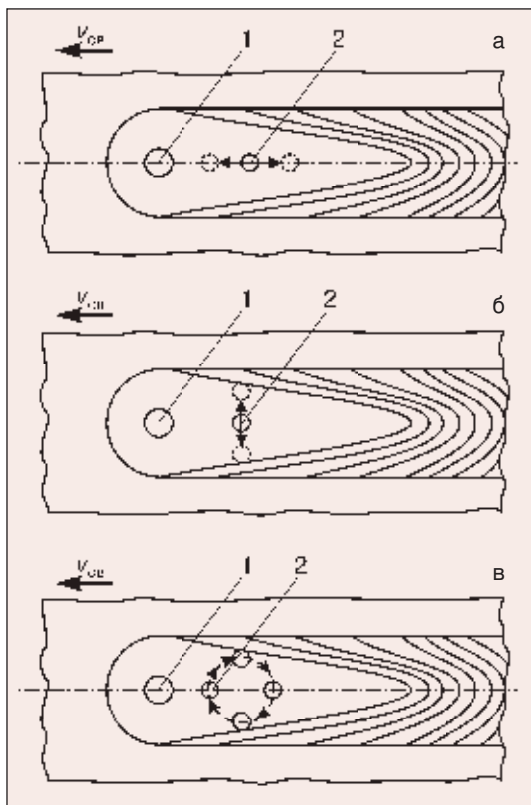
Упомянутый способ может быть реализован при сварке как под флюсом, так и в защитных газах материалов различного назначения не только без снижения производительности, но и с ее увеличением в 1,3–1,5 раза.

**Гибридная сварка (дуговая + газовое пламя).** В сварке и родственных процессах для получения теплоты широко используют реакцию сгорания углеводородов.

Низшая теплота сгорания основных горючих газов и температура пламени в смеси с кислородом приведены в табл. 4. Эффективная тепловая мощность пламени может регулироваться в весьма широких пределах.

В серийной огневой аппаратуре (сварочных, линейных закалочных горелках и резаках для кислородной резки) скорость истечения смеси находится в пределах 40–160 м/с, в горелках ракетного типа — 800–1000 м/с, а в установках детонационного напыления — до 3000 м/с.

Рис. 6. Схема двухдуговой сварки с колебаниями второго электрода вдоль (а), поперек (б) шва и по кругу (в)



Минимальное давление газовой струи на сварочную ванну при скоростях истечения горючей смеси 120–150 м/с может достигать 1 Па, а глубина проплавления при большой тепловой мощности пламени — 15 мм. Давление дугового потока, как известно, пропорционально квадрату силы тока. При дуговой сварке вольфрамовым электродом в аргоне при силе тока 200 А давление на оси дугового потока составляет примерно  $5 \cdot 10^{-2}$  Па. С возрастанием силы тока до 500 А давление увеличивается примерно в два раза, оставаясь на порядок ниже, чем в рассмотренном выше случае газовой сварки.

Хотя газовое пламя и является менее сосредоточенным источником нагрева ( $10^2$ – $10^3$  Вт/см<sup>2</sup>), чем электрическая дуга ( $10^3$ – $10^4$  Вт/см<sup>2</sup>), оно характеризуется рядом преимуществ:

- возможностью весьма гибко регулировать распределение теплоты по заданным поверхностям изделия, а также между основным и присадочным металлом при сварке и наплавке;
- не подвержено влиянию магнитных полей;
- газодинамическое воздействие на поверхность расплавленного металла может изменяться в широких пределах и использоваться для регулирования глубины проплавления, формирования шва и удержания жидкого металла в сварочной ванне, в том числе при различных положениях шва в пространстве.

Еще в 1930 г. Г. Мюнтер предложил способ сварки «аркоген», объединяющий нагрев ацетиленокислородным пламенем и электрической дугой. Из-за сложности существующей тогда техники ручной сварки этот способ не составил конкуренции распространенным в то время более простым способам с одним источником нагрева.

Можно привести только один известный пример промышленного использования комбинированной технологии сварки электрической дугой и газовым пламенем — дуговая сварка с предварительным или сопутствующим подогревом газовым пламенем. Правда, в этом случае источник газопламенного нагрева действует за пределами сварочной ванны. Гибридный же способ сварки предполагает, что два разнородных источника нагрева (в данной случае дуга и газовое пламя) воздействуют на одну зону обработки (сварочную ванну). Такое воздействие может осуществляться по-разному (рис. 7).

На рис. 7, а показан вариант гибридной сварки электрической дугой и газовым пламенем, при котором газовое пламя расположено перед электрической дугой в непосредственной близости к ней. В этом случае газовое пламя может способствовать увеличению глубины проплавления, скорости плавления электродной проволоки и влиять на перенос жидкого металла через дуговой промежуток.

При гибридной сварке электрическая дуга + газовое пламя (рис. 7, б) источник газопламенного на-

**Таблица 4. Низшая теплота сгорания и температура пламени горючих газов в смеси с кислородом**

Газ	Низшая теплота сгорания, мДж/м <sup>3</sup>	Температура пламени в смеси с кислородом, °С
Ацетилен	100,8	3100–3200
Н-бутан	111,2	2700–2900
Водород	19,2	2400–2600
Метан	32,0	2400–2700
Пропан	83,2	2700–2850
МАПП	83,2	2800–2900

грева расположен за дугой и, изменяя расстояние А между источниками нагрева, можно в достаточно широком диапазоне изменять термический цикл сварки, формирование швов, в том числе при выполнении многослойных и угловых швов.

Гибридная сварка электрическая дуга + газовое пламя может быть реализована в сочетании с газовой и газо-шлаковой защитой при механизированном процессе. Учитывая специфику предлагаемой технологии, ее можно использовать для сварки и ремонта изделий из углеродистых сталей, чугуна, меди и медных сплавов.

**Комбинированные технологии лазерной, электронно-лучевой и дуговой сварки.** Для повышения экономической эффективности лазерной сварки (снижения требований к подготовке кромок, уменьшения опасности образования утонений, пор, подрезов, снижения капитальных затрат) используют различные приемы и способы, в том числе сочетание лазерного нагрева с плазменным, дуговым или высокочастотным.

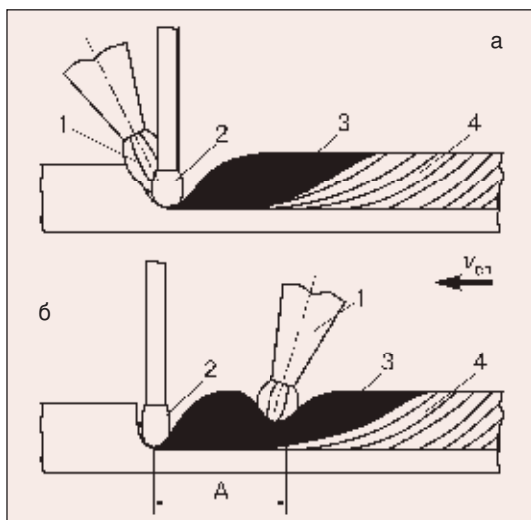
Установлено, что при односторонней гибридной сварке сталей толщиной более 5 мм 1 кВт мощности дуги может заменить 0,5 кВт мощности лазерного излучения. Речь идет об использовании менее мощных (более дешевых) лазеров для сварки толстолистового металла, что в ряде случаев экономически целесообразно. Однако выяснилось, что применение гибридного процесса при фиксированной мощности лазерного излучения имеет смысл только до определенной толщины свариваемого металла, выше которой глубина проплавления не возрастает, независимо от снижения скорости сварки. Для дальнейшей интенсификации процесса проплавления необходимо увеличивать мощность лазерного излучения.

Считают, что капитальные затраты на волоконную лазерную установку составляют около 0,1 млн. евро на 1 кВт выходной мощности. Поэтому экономическая эффективность лазерно-дуговой сварки в основном будет определяться капитальными затратами на приобретение более мощной лазерной установки.

Если исходить из необходимости увеличения глубины проплавления при лазерной сварке без увеличения мощности лазерной установки, то эта задача может быть решена и за счет использования вакуум-



Рис. 7. Схема гибридной сварки электрическая дуга + газовое пламя:  
 а — пламя расположено перед дугой;  
 б — за дугой  
 (1 — газовое пламя; 2 — электрическая дуга;  
 3 — сварочная ванна;  
 4 — шов)



ной защиты. С одной стороны, это лишает лазерный луч определенных преимуществ перед электронным пучком, а с другой — даже небольшая степень вакуумирования позволяет увеличить проплавление в 3–5 раз. Кроме того, специфика лазерного луча дает возможность передавать его через прозрачное ограждение или с помощью волоконной оптики, что может быть использовано при изготовлении ряда изделий в вакуумной камере.

При лазерной сварке в вакууме лучом мощностью порядка 5 кВт можно прогнозировать увеличение глубины проплавления стали до 20 мм. Такое проплавление в случае обычной лазерной сварки может быть получено при мощности лазера около 20 кВт, т. е. для реализации этой технологии потребуются дополнительные капитальные затраты порядка 1,5 млн. евро.

При лазерной сварке в вакууме необходимы дополнительные капитальные затраты на вакуумную камеру и систему вакуумирования. Если эти затраты не выходят за пределы 1–1,3 млн евро, то вариант лазерной сварки в вакууме металла толщиной 20 мм является экономически целесообразным.

Задача лазерной сварки в вакууме решается проще, когда на предприятии уже эксплуатируют установку для электронно-лучевой сварки. Вакуумная система этой установки может быть использована для лазерной сварки. Более того, в этом случае появляются экономические предпосылки для реализации гибридной сварки лазерный луч + электронный пучок. Технологический эффект и экономическую целесообразность такого процесса сегодня оценить трудно. Электронный пучок и лазерный луч имеют различную природу, но их совмещение вполне допустимо, учитывая, что лазер-

ный луч не подвержен воздействию магнитных полей и может применяться с электронным пучком в различных вариантах. Нужны эксперименты. Что касается комбинированной электронно-лучевой и дуговой сварки, то такие эксперименты проводили С.А. Овечников и В.К. Драгунов.

Установлено, что при двусторонней комбинированной сварке дуговой разряд расширяет парогазовый канал в корневой части шва. При этом силы, обусловленные воздействием электронного пучка и дугового разряда на жидкий металл, имеют противоположное направление, в результате чего стабилизируются гидродинамические процессы в канале проплавления, снижается разбрызгивание и повышается устойчивость расплавленного металла против растрескивания в широком диапазоне параметров режима.

Дальнейшее совершенствование технологий сварки плавлением целесообразно осуществлять за счет использования нескольких однородных или разнородных источников нагрева, отличающихся плотностью мощности и возможностью дозирования энергии, сочетая при этом различные виды и способы защиты расплавленного и нагретого металла от воздуха.

Двух- и трехдуговая сварка плавящимся электродом диаметром 1–2 мм с использованием газовой и газшлаковой защиты расплавленного металла, дополнительного сжатия дуги (дуг) газовым потоком и перемещением конца электрода по заданным траекториям позволяет повысить производительность, снизить тепловложение, перераспределить тепловые потоки в сварочной ванне и улучшить формирование швов. Применение этих технологий целесообразно при изготовлении металлоконструкций из углеродистых, низколегированных, нержавеющих сталей и алюминиевых сплавов, свариваемость которых является недостаточной при использовании традиционной однодуговой сварки.

Проведенный анализ показал перспективность использования в сварочных процессах комбинации таких источников энергии, как электрическая дуга и газовое пламя, а также лазерный луч и электронный пучок, поскольку эти сочетания позволяют увеличивать глубину проплавления, улучшать формирование швов с одновременным снижением себестоимости процесса сварки (по сравнению с проплавлением той же глубины каким-либо одним из указанных источников).

● #1293

FastMig Pulse 350/450

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ В УКРАИНЕ КОМПАНИЙ

**KEMPPi**  
The Joy of Welding



HYUNDAI  
BINZEL  
THERMAL DYNAMICS

**«САММИТ»**

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

г. Днепропетровск  
ул. Суворова, 35  
(0562) 34-21-55, 36-60-33, 35-73-45  
e-mail: kemppi-ua@rambler.ru  
office@sammit.dp.ua  
www.sammit.dp.ua  
www.kemppi.in.ua

**SELMA**

ОАО «Электромашино-строительный завод «Фирма СЭЛМА»

## ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

- Трансформаторы и выпрямители для сварки электродами. Инверторы (ММА)
- Полуавтоматы для сварки в среде защитных газов (МИГ/МАГ).
- Установки для аргодуговой сварки неплавящимся электродом (ТИГ).
- Установки воздушно-плазменной резки металла (УВНР).
- Машины для контактной точечной сварки (МТ).
- Оборудование для управления контактными сварочными машинами (РКС, КТ).
- Сварочные автоматы.
- Машины для механической подготовки кромок под сварку (МКС и МКФ).
- Манипуляторы сварочные.
- Тренажеры сварщиков.



- Все оборудование сертифицировано.
- Гарантийное и сервисное обслуживание.
- Пуско-наладочные работы.
- Разработка и поставка автоматизированных комплексов для сварки и наплавки.
- Обучение и консультации по эксплуатации оборудования.
- Широкая дилерская сеть по Украине.

95000, г. Симферополь, Украина, ул. Генерала Васильева, 32А  
Тел: +38 (0 652) 66-85-37, 58-30-55, 58-30-50. Факс: 58-30-53  
E-mail: sales@selma.crimea.ua **www.selma.ua**

## ЧАО «Спецсплав»

Украина, г. Днепропетровск, ул. Курсантская, 1А  
тел.: (0562)-35-50-25, факс: (056)-374-19-12  
e-mail: spetssplav@mail.ru, www.spetssplav.dp.ua

- Разработка, производство, внедрение сварочных и наплавочных материалов, а также технологий их применения:
  - флюсы для сварки и электрошлакового переплава;
  - проволоки порошковые для сварки, наплавки и металлизации;
  - ленты порошковые наплавочные;
  - сплавы, в том числе порошковые для наплавки, легирования, раскисления и модифицирования.
- Оказание услуг по выполнению наплавочных и других ремонтно-восстановительных работ деталей горно-металлургического, энергетического и машиностроительного оборудования.
- Наплавка специализированными материалами и механическая обработка прокатных валков и других тел вращения массой до 50 тонн.
- Разработка и изготовление специализированного оборудования для механизированной дуговой наплавки.

**MTI MIGATEH industries**

ISO9001:2000

### Установки складання таврових балок серії HZJ



1. Довжина конструкції ..... 4000-15000 мм
2. Ширина ролика ..... 200-1800 мм
3. Висота стани ..... 200-3000 мм
4. Швидкість складання ..... 0,5-0,5 м/хв

Установки для зварювання таврових балок



**ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ**

тел. (044) 360-25-21 факс (044) 498-01-82  
**www.migateh.com.ua**



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) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

### Как снизить насыщение кромок реза азотом при плазменной резке конструкционных сталей?

**П.В. Мицневич, М.Э. Миронович**  
(пгт Грибановский Воронежской обл.)

Процессы плазменной резки, обусловленные выплавлением металла мощным электродуговым разрядом, вызывают насыщение кромок реза газами из атмосферы плазмы. При воздушно-плазменной резке насыщение кромок происходит в основном азотом и кислородом. Наибольшую опасность для сварных соединений, выполненных по кромкам плазменного реза, представляет азот. При плазменной резке в кромки детали азот может попадать из плазмообразующей среды (в случае применения азота, воздуха или газовых смесей, содержащих азот) либо из окружающей среды за счет инъекции в столб дуги атмосферного воздуха.

В зоне дугового разряда происходит диссоциация и ионизация азота. Атомарный азот в момент своего выделения может растворяться в жидком металле. Установлено, что введение кислорода или кислородсодержащих газов при постоянной концентрации азота в атмосфере дуги приводит к увеличению содержания азота в наплавлен-

ном металле. Экспериментально установлено, что максимальное содержание азота в кромке воздушно-плазменного реза в 50 раз больше, чем в исходном металле, и почти в 10 раз превышает растворимость азота в стали Ст3.

Максимально насыщается газами литой участок зоны термического влияния. Поэтому снижение азота в кромках воздушно-плазменного реза достигается при условии уменьшения глубины литого участка за счет снижения скорости резки, повышения напряжения на дуге, изменения направления резки и др.

Использование чистого кислорода в качестве плазмообразующего газа позволяет уменьшить насыщение кромок азотом. Это происходит за счет уменьшения литого слоя на поверхности реза, образования шлаковой пленки на поверхности жидкого металла, которая уменьшает скорость поглощения азота.

Однако получить минимальное содержание азота (не превышающее предельной растворимости в сталях 09Г2 и ВСт3сп) при кислородно-плазменной резке удастся только при условии использования дополнительной концентричной кислородной завесы для окружения дуги.

Применяя водяную защиту, можно также существенно ограничить насыщение кромок азотом. При исследовании плазменно-дуговую резку стали ВСт3сп толщиной 10 мм ( $I_p = 200$  А,  $U_d = 180$  В,  $V_p = 4$  см/с) выполняли по трем вариантам: обычная воздушно-плазменная, воздушно-плазменная и кислородно-плазменная с погружением листов в воду.

Содержание азота и распределение его по поверхности реза и в глубину металла определяли методом локального масс-спектрального анализа. Результаты исследования распределения азота показаны на рис. 1. При различных способах воздушно-плаз-

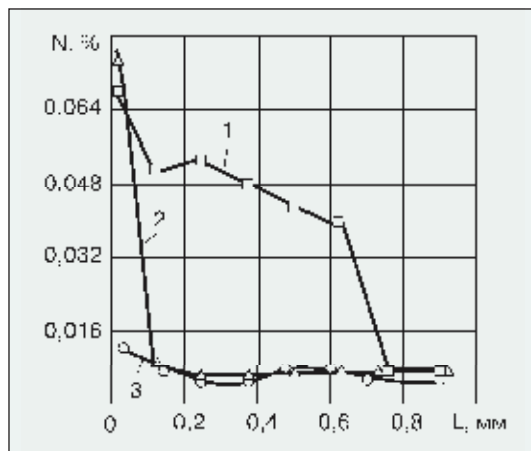


Рис. 1. Распределение азота в глубину L кромки от поверхности реза при различных способах плазменной резки



менной резки содержание азота на поверхности реза примерно одинаково. В то же время на расстоянии 0,1 мм от поверхности реза содержание азота при воздушно-плазменной резке с водяной защитой (кривая 2) снижается практически до уровня, имеющегося в основном металле (0,0064%). Аналогичное снижение содержания азота в случае обычной воздушно-плазменной резки (кривая 1) наблюдают только на расстоянии 0,8 мм. Такой характер распределения азота можно объяснить уменьшением литого участка и ограничением возможности диффузии азота в глубь металла. При этом водород, получаемый путем разложения воды в столбе дуги, положительно влияет на десорбцию азота. Предполагают, что благодаря высокой подвижности и проникающей способности водорода в процессе воздействия на металл плазменной дуги дефектные участки металла (дислокации, микронеровности, трещины и др.) на поверхности реза заполняют атомы водорода, препятствуя проникновению менее подвижных атомов азота.

В процессе кислородно-плазменной резки с водяной защитой практически исключается всасывание окружающего воздуха в зону дуги, и поэтому содержание азота на поверхности реза близко к его содержанию в основном металле (кривая 3).

В настоящее время в мировой практике широко используют плазменную резку с раздельной подачей двух газов — плазмообразующего и защитного (рис. 2). При этом имеется возможность перемещения сопла внутри керамического защитного наконечника, что предотвращает короткое замыкание сопла с разрезаемой заготовкой и, кроме того, уменьшает опасность двойного дугообразования. Защитный газ закрывает зону резки, улучшая качество реза, несколько увеличивает скорость резки, а также охлаждает сопло и защитный наконечник. Комбинация плазмообразующего и защитного газов позволяет обеспечить нужную стойкость расходных материалов, скорость резки, толщину разрезаемых материалов и желаемое качество реза.

Комбинация плазмообразующего и защитного газов:

- плазмообразующий газ — воздух, защитный газ — воздух. Обеспечивают удовлетворительное качество резки, хотя наблюдается некоторое азотирование поверхности углеродистой стали и окисление поверхности алюминия и нержавеющей стали;

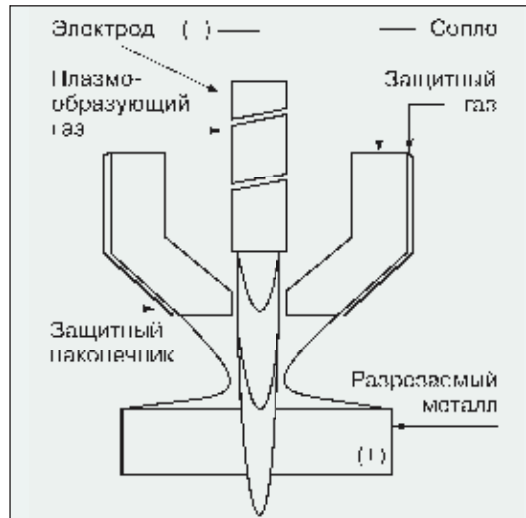


Рис. 2. Схема плазменной резки с раздельной подачей двух газов

- плазмообразующий газ — кислород, защитный газ — воздух. Обеспечивают наибольшую скорость и высокое качество резки углеродистой стали. Кромки реза не азотированы, а грат практически отсутствует. Диапазон силы тока дуги от 1,5 до 260 А;
- плазмообразующий газ — азот, защитный газ — воздух. Рекомендуют для резки нержавеющей сталей и алюминия толщиной до 100 мм при силе тока дуги 20–750 А;
- плазмообразующий газ — смесь Н35 (аргон — 35%, водород — 65%), защитный газ — азот. Используют при силе тока дуги от 750 до 1000 А для резки нержавеющей стали и алюминия толщиной до 150 мм.

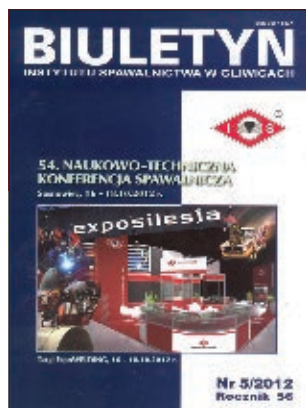
Возможны и другие комбинации плазмообразующего и защитного газов. Взамен защитного газа можно использовать воду.

Для выполнения плазменной резки с раздельной подачей плазмообразующего и защитного газов компания Hypertherm выпускает системы МАХ-200 и НТ-2000. Эти системы обеспечивают двухступенчатую стабилизацию расстояния между плазмотроном и разрезаемым листом: начальную (установочную) — индуктивными датчиками, выдвигающимися с помощью пневмоцилиндра; рабочую (основную) — напряжением дуги. В механизированной системе, основанной на модели НТ-2000, может быть применена Long-Life-технология, предусматривающая использование микропроцессора, а также особое крепление и охлаждение катодного узла плазмотрона, что дает возможность одному катоду выдержать более 1200 стартов.

● #1294

Ответ подготовили  
канд. техн. наук Ю.В. Демченко  
и канд. техн. наук Г.И. Лашенко.

Продолжение  
в следующем  
номере.



## Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №5–2012

### Исследования

**J.Pilarczik, W.Zeman.** Сварочное производство сегодня и завтра

**P.Bernasovsky.** Избранные случаи повреждений конструкций из нержавеющей стали

**B. Rutzinger.** Направления развития энергетической промышленности.

Применение наплавки способом СМТ на электростанциях, работающих на угле

**L.Karlsson.** Сварка дуплексных сталей — обзор актуальных рекомендаций

**J.Matusiak, J. Wycislik.** Сварка коррозионностойких сталей способами с минимальным тепловложением

**A. Gruszczyk.** Влияние процессов выделения фаз на свариваемость сталей

**G.Rogalski, D.Fydrych, J. Labanowski.** Оценка возможности подводной сварки порошковой проволокой с помощью местной сухой камеры

**Л. М. Лобанов, М.Д. Рабкина.** Влияние структурно-механической анизотропии основного металла на склонность к слоистым разрушениям сварных стальных конструкций

**В.Н.Корж, Ю.С. Попиль.** Использование водорода при газопламенной обработке металлов

**В.Д. Кузнецов, П.В.Попович.** Сварка и наплавка среднелегированных и среднеуглеродистых сталей без предварительного подогрева

**K.Pancikiewicz, A. Zielinska-Lipiec, E.Tasak.** Влияние типа сварочного материала на структуру и свойства швов стали 7CRMOVT1B10-10(T24)

**R.Jachym, K.Kwiecinski, M.Lomozik, M.Urzyniczok, P.Mariani, Y.Minami.** Характеристика и назначение аустенитной стали TEMPALLOY A-3 и свойства сварных соединений

**K.Kwiecinski, M.Lomozik, R.Jachym, M.Urzyniczok.** Свойства сварных соединений стали PB2, выполняемых с послесварочной обработкой и без нее

**M.Welgowski, K.Kudla.** Сравнение традиционных инверторных источников с инверторами, выполненными с использованием техники MICOR

**M.Banasik, S.Stano, J.Dworak.** Роботизированная лазерная пайко-сварка

**K.Kudla, E.Wojsyk.** Имеет ли способ введения теплоты существенное влияние на геометрию шва?

**J.Grundmann.** Влияние содержания CO<sub>2</sub> в Ar на производительность и эффективность MAG-сварки

**A.Zhelev, T.Osikovski.** Соответствие технических требований к качеству сварки современным стандартам

**S.Keitel.** Внедрение стандарта EN 15085 — куда ведет этот путь?

**A.Pietras, A. Weglowska, S.Kowieski, D.Niara.** Современные системы мониторинга процесса сварки трением с перемешиванием FSW

**A.Ambroziak, P.Kustron, M.Korzeniowski, P.Kaczynski, A.Tobota.** Исследование энергопоглощаемости тонкостенных стальных сварных структур

**Z.Lindemann, J.Zimmerman, D.Golanski, T.Chmielewski, W.Wlosinski.** Моделирование остаточных напряжений, возникающих в процессе термического нанесения покрытий

**M.Slovacek, J.Kovarik, J.Tejc.** Применение виртуальной цифровой имитации в сварочном производстве в качестве технической помощи в энергетической промышленности

**Z.Mirski, P.Krasnoderebski.** Технология ремонта буровых платформ с помощью сварочных технологий: анализ случаев, использование метода MES

**M.St. Weglowski, M.Zeman, M.Lomozik.** Свариваемость термоулучшенных сталей с пределом текучести более 1000 МПа



### Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №9–2012

- A.Kazmierczak.** Анализ возможности нанесения покрытия из нитрида титана на рабочую поверхность уплотняющего кольца поршневого двигателя внутреннего сгорания
- S.Dudek, T.Gancarczek, P. Sosnowy.** Использование термонапыления на примере турбинного двигателя
- W.Milewski, A. Olbrycht, S.Pawlik.** Стоимость дугового напыления покрытий в зависимости от вида системы распыления и способа нанесения
- A.Malachowska, M.Winnicki, A.Ambroziak.** Цифровое моделирование струи порошка олова при напылении на пластиковую поверхность методом Cold Spray

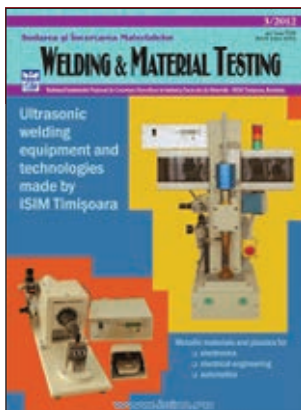
- M.Frankiewicz, E.Chiebus, K.Kobiela.** Покрытия APS, напыленные на расплавленную лазером основу
- A.Wypych.** Прочность элементов системы напыления и свойства нанесенных порошковой проволокой слоев как основа качества
- G.Moskal, R.Swadzba, B. Witala.** Неразрушающий контроль толщины термически нанесенных слоев методом лазерной топографии
- A.Radziszewski, A. Radziszewski.** Дефекты и повреждения термически нанесенных покрытий, образующиеся в процессе их создания и эксплуатации
- W.Zorawski, N.Radak.** Микроструктура и свойства покрытий WC-12Co, нанесенных сверхзвуковым напылением, после электроискровой обработки
- T.Hejwowski, A.Labacz-Kecik.** Микроструктура и износостойкость покрытий, нанесенных методом пламенного распыления смеси порошков
- L.Latka, S.Kozerski, L.Pawlowski, D.Chicot.** Механические свойства гидроксилалатитовых покрытий, нанесенных прерывистой плазменной струей



### Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №10–2012

- A.Malachowska, M.Winnicki, A.Ambroziak.** Перспективы напыления методом Cold Spray
- A. Ignasiak, A. Ambroziak.** Анализ технологии лазерной сварки трудносвариваемых материалов
- Z. Mirski, M. Rozanski, A. Winiowski.** Диффузионная пайка титана при использовании подкладок из меди и никеля
- A. Ambroziak, P.Biaiucki, W. Derlukiewicz, A. Lange, P. Dudkiewicz.** Влияние количества ремонтов на свойства сварных соединений из сталей с мелкозернистой структурой
- Z.Mikno, Z. Bartnik, A. Lange, M. Sikorski.** Аспекты расчетов методом

- конечных элементов FEM при проектировании сварных стальных конструкций
- L. Sozanski.** Стандарты магнитографических исследований сварных соединений



### Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №3–2012

- S.Petronic, A.Milosavljevic, A.Sedmak, B.Grujic.** Поверхностное профилирование листов из сплава Nimonic 263, сваренных с помощью лазера
- C. Truta, V. Boboc, D. Doanta.** Различные сварные соединения в оборудовании ядерной промышленности
- J. Dobranszky, P. Nagy, T. Kovacs.** Достижения в микросварке меди
- M. Tru Sculescu, D. R. Pascu, R. A. Rosu, I. Cires.** Исследование процесса старения металла деталей карьерных экскаваторов ERC 1400
- F.-M. Cornea, V.-A. Serban, C. Codrean, G. Melcioiu, D. Buzdugan.** Получение и характеристика аморфных сплавов, используемых для пайки современных материалов

- V. Verbitchi, N.-A. Sirbu, C. Toma, I.-A. Perianu.** Регенеративные источники энергии, применяемые для соединения материалов



# Первый региональный конкурс сварщиков в Днепропетровске

*Первый Днепропетровский конкурс профессионального мастерства сварщиков состоялся 17–18 октября 2012 г.*

Организатор конкурса — Общество сварщиков Украины (ОСУ). Председатель оргкомитета — вице-президент ОСУ д-р техн. наук А.А. Кайдалов. Конкурс в номинации «Ручная дуговая сварка покрытым электродом» (метод 111) проходил в экспоцентре «Метеор» во время выставки «Машпром-2012». В конкурсе приняли участие сварщики из Днепропетровской, Полтавской, Донецкой и Одесской областей — всего 19 сварщиков с 11 предприятий. Председатель жюри конкурса — председатель правления Одесского областного ОСУ, эксперт Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС) А.Н. Воробьев.

Финансовую поддержку конкурсу оказали ООО «Саммит» (Днепропетровск) — генеральный спонсор; ООО «Гефест» (Киев); ООО «ЗМ Украина» (Киев); ООО «Интерхим БТВ» (Киев); АО «МБК «Общемашконтракт» (Днепропетровск); Днепропетровский филиал ЧАО «Восток-сервис Украина»; МЧП «Далет» (Одесса); ООО «НПФ «Сварконтакт» (Харьков).

Помощь в проведении мероприятия и работе жюри оказали учащиеся 4-го курса Днепропетровского техникума сварки и электроники им. Е.О. Патона.

Конкурсанты состязались как в выполнении практических заданий по сварке стальных труб в вертикальном неповоротном положении (установлено жеребьевкой), так и в знании теории, нормативных положений и техники безопасности по тестам УАКС. Практические задания выполняли в палаточном павильоне на открытой площадке у экспоцентра.

Сварку выполняли с использованием сварочных аппаратов Minarc Evo 150 финской фирмы Kemppi (предоставлены ООО «Саммит»), сварочных электродов немецкой фирмы Bohler (предоставлены ООО «Интерхим БТВ»), вытяжных систем «СовПлим» ПМСФ-1 (предоставлены АО «МБК «Общемашконтракт»), сварочных столов, оснастки, инструмента и образцов для сварки, предоставленных Одесским областным ОСУ. Практические навыки оценивали по следующим параметрам:

- подготовка рабочего места и соблюдение требований охраны труда;

- соблюдение технологии сборки и сварки контрольного соединения;
- время сварки контрольного соединения;
- результаты внешнего осмотра и количественная оценка качества сварного шва в соответствии с международными стандартами.

Для определения лучших результатов, показанных конкурсантами в двух турах (теоретические знания и практические навыки), применяли балльную систему. Победителями конкурса стали:

*1-е место — Д.В. Куприч* (АО «Одесский припортовый завод», Южный Одесской обл.), главный приз — сварочная маска Speedglas в художественном оформлении;

*2-е место — А.О. Шахновский* (ПАО «Энергомашспецсталь», Донецк), приз — сварочная маска «Хамелеон»;

*3-е место — Д.В. Золотухин* (ПАТ «МК «Азовсталь», Мариуполь Донецкой обл.) и *Е.С. Волос* (ПАО «Энергомашспецсталь», Донецк).

Приз симпатий (сварочная маска «Хамелеон») от генерального спонсора достался *Д.В. Золотухину* (ПАТ «МК «Азовсталь»).

По решению ООО «ТЮФ ЗЮД Украина» (Донецк), официального подразделения концерна TUV SUD (мирового ли-

дера инспекционных, экспертных и сертификационных услуг) на территории Украины, за лучшее качество выполненных сварных швов Международным сертификатом TUV SUD Industrie Service GmbH награждены *Дмитрий Куприч* (АО «Одесский припортовый завод» (Южный Одесской обл.) и *Алексей Шахновский* (ПАО «Энергомашспецсталь», Донецк).

Региональный конкурс был проведен безукоризненно. Работу конкурса освещал информационный центр выставки «Машпром-2012». Информация о конкурсе дана также на сайтах Одесского областного Общества сварщиков Украины [www.tzu.od.ua](http://www.tzu.od.ua) и Промышленной торговой площадки Украины [www.info-ua.com/novosti/aktualnye](http://www.info-ua.com/novosti/aktualnye), а также будет представлена на сайте экспоцентра «Метеор».

Следующий Днепропетровский региональный конкурс сварщиков пройдет в октябре 2013 г. ● #1295

*А.А. Кайдалов, д-р техн. наук, вице-президент Общества сварщиков Украины, А.Н. Воробьев, председатель Одесского областного Общества сварщиков Украины*





Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины



# Программы профессиональной подготовки на 2013 г.

**1. Повышение квалификации инженерно-технических работников** (с аттестацией на право технического руководства сварочными работами при изготовлении сварных конструкций, в т.ч. подведомственных государственным надзорным органам)

Шифр курса	Наименование программы		Продолжительность	Сроки проведения	
101	Техническое руководство сварочными работами на объектах, за которыми осуществляется государственный надзор	подготовка и аттестация	3 недели (112 ч)	Апрель, ноябрь	
102		переаттестация	18 ч	Февраль, ноябрь	
103	Расширение области аттестации руководителей сварочных работ		6 ч	Апрель, ноябрь	
104	Техническое руководство сварочно-монтажными работами при строительстве и ремонте газопроводов из полиэтиленовых труб	подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)	По мере поступления заявок	
105		переаттестация	1 неделя (32 ч)		
106	Техническое руководство сварочными работами при ремонте действующих трубопроводов (под давлением)	подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)	Ежеквартально	
107		переаттестация	22 ч		
111	Подготовка и аттестация председателей комиссий по аттестации сварщиков — экспертов Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС)		3 недели (112 ч)	Декабрь	
112	Расширение области аттестации председателей комиссий по аттестации сварщиков — экспертов УАКС		8 ч	По согласованию с УАКС	
113	Подготовка и аттестация членов комиссий по аттестации сварщиков:	специалистов технологических служб, отвечающих за организацию аттестации сварщиков	2 недели (72 ч)	Июнь, октябрь	
114		специалистов служб технического контроля, отвечающих за контроль сварных соединений (включая специальную подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	2 недели (74 ч)	Ежеквартально	
115		специалистов служб охраны труда предприятий	2 недели (74 ч)	Июнь, октябрь	
116	Расширение области аттестации членов комиссий по аттестации сварщиков – специалистов технологических служб по сварке		6 ч	По согласованию с УАКС	
117	Подтверждение полномочий (переаттестация) председателей комиссий по аттестации сварщиков-экспертов УАКС:	со стажем 3 года	32 ч	Июнь, декабрь	
118		со стажем 6 и более лет	20 ч	По согласованию с УАКС	
119	Подтверждение полномочий (переаттестация) членов комиссий по аттестации сварщиков:	специалистов технологических служб по сварке:	со стажем 3 года	Июнь	
120		специалистов по техническому контролю	со стажем 6 и более лет	По согласованию с УАКС	
121			специалистов по техническому контролю (включая спец. подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	16 ч	Ежеквартально
122	специалистов по охране труда	36 ч			
123			16 ч		
130	Переподготовка специалистов сварочного производства по программам Международного института сварки с присвоением квалификации:	Международный инженер по сварке	458 / 120 ч <sup>1</sup>	По мере поступления заявок	
132		Международный технолог по сварке	356 / 90 ч <sup>1</sup>		
134		Международный специалист по сварке	239 / 60 ч <sup>1</sup>		
136		Международный инспектор по сварке	полного уровня		230 ч
137			стандартного уровня		170 ч
138			базового уровня		115 ч
141	Металлографические исследования металлов и сварных соединений	подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)	Июль	
142		переаттестация	22 ч	Май, июль	
143	Физико-механические испытания материалов и сварных соединений	повышение квалификации и аттестация	2 недели (72 ч)	Февраль, октябрь	
144		переаттестация	20 ч	Март, апрель, ноябрь	
145	Эмиссионный спектральный анализ (стилюскопирование) металлов и сплавов	подготовка и аттестация	2 недели (74 ч)	По мере поступления заявок	
146		переаттестация	22 ч		
151	Производство сварочных материалов: организация, технологии и системы управления качеством		2 недели (72 ч)	По согласованию с заказчиком	
152	Ремонт, восстановление и упрочнение изношенных деталей методами наплавки				
<b>Тематические семинары (возможно проведение на территории заказчика)</b>					
161	Состояние нормативно-технической документации в области сварочного производства, тенденции и перспективы		2 дня (16 ч)	Март, июнь	
162	Обеспечение качества сварки. Требования национальных и международных стандартов			Апрель, июнь, октябрь	
163	Современное оборудование и состояние нормативной документации в области сварки труб из термопластов		1 день (8ч)	По согласованию с заказчиком	
164	Подтверждение соответствия, декларирование продукции сварочного производства				
165	Новые технологии профессиональной подготовки сварщиков на производстве				Сентябрь, октябрь

**2. Повышение квалификации педагогических работников системы профессионально-технического образования в области сварки**

Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
201	Организация профессионально-практической подготовки сварщиков по модульной технологии	3 недели (112 ч)	Постоянно, по согласованию с заказчиком
202	Организация профессионально-теоретической подготовки сварщиков по модульной технологии	2 недели (72 ч)	
203	Повышение квалификации мастеров (инструкторов) производственного обучения по сварке с присвоением квалификации «Международный практик по сварке»	4 недели (152 ч)	
204	Повышение квалификации преподавателей специальных дисциплин профессионально-технических учебных заведений по направлению «Сварка» с присвоением квалификации «Международный специалист по сварке»	2,5 недели (100 ч)	

**3. Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации квалифицированных рабочих в области сварки и родственных технологий (с присвоением квалификации в соответствии с национальными и международными требованиями)**

Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения	
<b>Курсовая подготовка СВАРЩИКОВ:</b>				
301	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	9 недель (352 ч)	Постоянно (индивидуальная подготовка по модульной технологии)	
302	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (TIG)	5 недель (192 ч)		
303	газовой сварки	3 недели (116 ч)		
304	механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG)	3 недели (112 ч)		
305	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	3 недели (112 ч)		
306	автоматической дуговой сварки под флюсом	3 недели (112 ч)		
307	электродуговой сварки	3 недели (112 ч)		
308	контактной (прессовой) сварки (рельс, промышленных и магистральных нефте- и газопроводов)	3 недели (112 ч)	По мере поступления заявок	
309	пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)	5 недель (196 ч)		
<b>Подготовка сварщиков по программам Международного института сварки с присвоением квалификации:</b>				
310	Международный сварщик угловых швов	74–215 ч <sup>1</sup>	Постоянно (индивидуальная подготовка по модульной технологии)	
312	Международный сварщик плоских соединений	90–393 ч <sup>1</sup>		
315	Международный сварщик труб	90–560 ч <sup>1</sup>		
318	Международный практик-сварщик	32–146 ч <sup>1</sup>		
<b>Курсовая переподготовка СВАРЩИКОВ:</b>				
320	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	152 / 76 ч <sup>2</sup>	Постоянно (индивидуальная подготовка по модульной технологии)	
322	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах	76 ч / 112 ч / 152 ч		
325	газовой сварки	76 ч		
326	механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG)	72 ч		
327	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	76 ч		
328	автоматической дуговой сварки под флюсом	76 ч		
329	электродуговой сварки	76 ч		
<b>Повышение квалификации СВАРЩИКОВ:</b>				
330	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	2 недели (72 ч)	Постоянно (индивидуальная подготовка по модульной технологии)	
331	ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в инертных газах	2 недели (72 ч)		
332	газовой сварки	2 недели (72 ч)		
333	механизированной дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитных газах (MIG/MAG)	2 недели (72 ч)		
334	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	2 недели (72 ч)		
335	автоматической дуговой сварки под флюсом	2 недели (72 ч)		
336	электродуговой сварки	2 недели (72 ч)		
<b>Курсовая подготовка дефектоскопистов и контролеров:</b>				
340	ультразвукового контроля	196 ч	По согласованию с заказчиком	
341	рентген и гамма контроля	188 ч		
342	магнитного контроля	180 ч		
343	контролеров неразрушающего контроля	196 / 72 ч <sup>3</sup>		
345	контролеров сварочных работ	154 ч		
<b>Целевая курсовая подготовка дефектоскопистов для железнодорожного транспорта:</b>				
350	магнитного контроля	120 ч	По согласованию с заказчиком	
351	ультразвукового контроля	160 ч		
352	по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов	160 ч		
<b>Целевая подготовка и подтверждение квалификации:</b>				
360	газорезчиков	газовой резки	3 недели (112 ч)	По согласованию с заказчиком
361		ручной и механизированной воздушно-плазменной резки	3 недели (112 ч)	
362	метализаторов по нанесению упрочняющих и защитных покрытий на металлы	электродуговым напылением	3 недели (112 ч)	
363		газопламенным напылением	3 недели (112 ч)	
364		детонационным напылением	3 недели (112 ч)	
365		плазменным напылением	3 недели (112 ч)	



Шифр курса	Наименование программы		Продолжительность	Сроки проведения
<b>Целевая подготовка и подтверждение квалификации:</b>				
360	газорезчиков	газовой резки	3 недели (112 ч)	По согласованию с заказчиком
361		ручной и механизированной воздушно-плазменной резки	3 недели (112 ч)	
362	метализаторов по нанесению упрочняющих и защитных покрытий на металлы	электродуговым напылением	3 недели (112 ч)	
363		газопламенным напылением	3 недели (112 ч)	
364		детонационным напылением	3 недели (112 ч)	
365		плазменным напылением	3 недели (112 ч)	

#### 4. Аттестация персонала сварочного производства

Шифр курса	Наименование программы		Продолжительность	Сроки проведения	
401	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с правилами Госгорпромнадзора (НПАОП 0.00-1.16-96) и стандартами ДСТУ 2944, ДСТУ ISO 9606-2,3,4,5		72 ч	Постоянно	
402	Дополнительная и внеочередная аттестация сварщиков согласно с НПАОП 0.00-1.16-96		24 ч		
403	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с НПАОП 0.00-1.16-96, ДСТУ 2944, ДСТУ ISO 9606-2,3,4,5		32 ч		
404	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с международными (или европейскими) стандартами ISO 9606 (или EN 287-1)		112 ч <sup>2</sup>		
405			72 ч <sup>2</sup>		
406	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с международными (европейскими) стандартами ISO 9606 (EN 287-1)		24 ч		
407	Специальная подготовка и аттестация операторов автоматической сварки плавлением в соответствии с стандартом ISO 14732		2 недели (72 ч)		
411	Специальная подготовка и аттестация сварщиков на допуск к выполнению сварочных работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)		3 недели (112 ч)		
412	Периодическая аттестация сварщиков на допуск к выполнению сварочных работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)		32 ч		
413	Специальная подготовка и аттестация операторов-сварщиков контактно-стыковой сварки арматуры		2 недели (72 ч)		
414	Аттестация сварщиков пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)		–		Проводится по окончании курса 309
415	Периодическая аттестация сварщиков пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)		32 ч		Ежеквартально
421	Специальная подготовка дефектоскопистов к сертификации согласно НПАОП 0.00-6.14-97	ультразвуковой контроль	24 ч		Ежемесячно
422			60 / 70 / 140 ч <sup>4</sup>	По мере поступления заявок	
425			24 ч <sup>4</sup>	Ежемесячно	
426			60 / 70 / 140 ч <sup>4</sup>	По мере поступления заявок	
429			24 / 60 / 110 ч <sup>4</sup>		
432			24 / 60 / 110 ч <sup>4</sup>		
435			24 / 30 / 70 ч <sup>4</sup>	Ежемесячно	
441	Специальная подготовка и аттестация дефектоскопистов по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов (согласно РД 07-09-97)		76 ч	По согласованию с заказчиком	
442	переаттестация		36 ч		
443	Специальная подготовка и специалистов по контролю качества защитных покрытий		2 недели (72 ч)		
444	переаттестация		32 ч		

#### 5. Тренинги, тестирование и подтверждение квалификации

Шифр курса	Наименование программы		Продолжительность	Сроки проведения
501	Профессиональное тестирование и подтверждение квалификации сварщиков ручной и механизированной дуговой сварки		4–8 ч <sup>5</sup>	По согласованию с заказчиком
505	Профессиональное тестирование и подтверждение квалификации сварщиков ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах		4–16 ч <sup>5</sup>	
510	Практические тренинги по различным способам сварки		16–32 ч <sup>5</sup>	

<sup>1</sup> Продолжительность обучения определяется в зависимости от базовой профессиональной подготовки.

<sup>2</sup> Продолжительность обучения зависит от специализации и уровня квалификации.

<sup>3</sup> Длительность программы определяется по результатам входного тестирования.

<sup>4</sup> Продолжительность обучения указывается в направлении ОСП (орган по сертификации персонала).

<sup>5</sup> Длительность программы зависит от условий и характера испытаний.

По просьбе заказчиков возможно проведение обучения по другим программам, не вошедшим в данный перечень. На период обучения слушателям предоставляется жилье с оплатой за наличный расчет. Стоимость обучения определяется при заключении договора. Для приема на обучение необходимо направить заявку с указанием шифра курса, количества специалистов и почтовых реквизитов предприятия.

Тел. (44) 456-63-30, 456-10-74, 200-82-80, 200-81-09. Факс (44) 456-48-94.

Украина, 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: paton\_muac@ukr.net, http://muac.kpi.ua

## «Weldex/Россварка 2012» представила самые прогрессивные сварочные технологии

*С 23 по 26 октября 2012 г. в КВЦ «Сокольники» успешно прошла 12-я международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «Weldex/Россварка 2012». Организатором выставки выступила компания МВК в составе международной Группы компаний ПТЕ. Выставка прошла при содействии компании «Элсвар».*

«Weldex/Россварка» является традиционной площадкой для вывода новых сварочных технологий на рынок, презентаций инновационной продукции, местом встречи производителей, поставщиков и потребителей. Выставка открывает новые перспективы для бизнеса, дает возможность ознакомиться с трендами развития металлообрабатывающей отрасли и установить новые деловые контакты.

В церемонии открытия выставки приняли участие заместитель начальника управления технической политики и качества Федерального космического агентства (Роскосмос) Кирилл Борисов, руководи-

тель аппарата президента Московской торгово-промышленной палаты Владимир Лаврухин, президент Московского межотраслевого альянса главных сварщиков и главных специалистов по резке и металлообработке, генеральный директор фирмы «Элсвар» Юрий Подкопаев, президент Российского научно-технического сварочного общества (РНТСО) Олег Стеклов, директор издательства «Технология машиностроения», первый вице-президент РНТСО, член правления Союза машиностроителей России Валентин Казаков, ректор Российского государственного технологического университета имени Циолковского (МАТИ) Вадим Фролов и другие почетные гости.

В своем приветственном обращении к участникам и организаторам выставки президент Московского межотраслевого альянса главных сварщиков и главных специалистов по резке и металлообработке (ММАГС) Юрий Подкопаев подчеркнул, что уже 12-й год выставка приносит в российскую экономику самые последние технические разработки отрасли. Особую гордость, по его словам, вызывает тот факт, что «Weldex/Россварка» высоко стоит в рейтинге выставок данной тематики в мире, занимая, по некоторым оценкам, третье место после Германии и Китая. Он отметил высокие показатели посещаемости выставки. «Это значит, сварка востребована промышленностью России, — добавил он. — И мы можем с оптимизмом смотреть в будущее».

В свою очередь, заместитель начальника управления технической политики и качества «Роскосмос» Кирилл Борисов особо подчеркнул, что для российской космической промышленности тематика выставки очень важна. «Подобная площадка, которой является «Weldex/Россварка», позволяет обмениваться опытом, представлять новое уникальное оборудование, которое в дальнейшем будет решать новые интересные задачи, — отметил он. — Надеюсь, что эта площадка позволит в дальнейшем способствовать развитию нашей ракетно-космической промышленности и обеспечению надежности и качества на новом уровне».







По множеству положительных отзывов участников и посетителей с уверенностью можно сказать, что «Weldex/Россварка» в очередной раз подтвердила статус одного из наиболее значимых событий отрасли, что доказывают и данные статистики. В этом году площадь экспозиции увеличилась на 35%, составив 9 454 кв. м. Количество посетителей выросло на 20% (5 317 профессионалов отрасли).

Более 250 участников из 18 стран мира продемонстрировали передовые сварочные технологии, новинки материалов и оборудования для сварки, резки, пайки и наплавки. Экспонентами «Weldex/Россварка 2012» стали мировые лидеры отрасли: «Эсаб», «Мессер Эвтектик Кастолин», «Линкольн Элекрик», «Кемпши» и многие другие. Впервые в выставке приняли участие такие компании, как «Термакат», «ТОС», «АСОиК», «Хеганес Восточная Европа», «Hyundai Welding Co LTD», «Евролюкс», «Kjellberg».

В рамках деловой программы выставки прошли научно-практическая конференция «Инновационный вклад в совершенствование сварочного производства аэрокосмического комплекса России» и выездная сессия Московской межотраслевой ассоциации главных сварщиков. Кроме того, с большим успехом были проведены конкурсы «Лучший сварщик», «Лучший инженер-сварщик» и «Мисс сварка», призванные повысить престиж рабочих профессий и поощрить специалистов-профессионалов отрасли.

На выставке была организована демонстрация художественно-декоративных изделий, выполненных методом сварки и ковки «Сварка в искусстве».

«Weldex/Россварка 2012» остается уникальной бизнес-платформой для професси-



оналов сварочной отрасли. За время работы выставки большинство участников продали оборудование и заключили контракты на будущие поставки. Посетители, специалисты отрасли, смогли завязать множество полезных контактов, способствующих развитию бизнеса, получить актуальную информацию о тенденциях рынка на ближайший год.

В 2013 г. выставка «Weldex/Россварка» будет проходить с 8 по 11 октября в ВЦ «Сокольники».

● #1296



# Современные проблемы металлургии, технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов

## Научно-техническая конференция

**В.М. Илюшенко**, канд. техн. наук, **И.А. Рябцев**, д-р техн. наук,  
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

*25–26 октября 2012 г. в Киеве в ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины состоялась научно-техническая конференция «Современные проблемы металлургии, технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов», посвященная 100-летию двух видных ученых в области металлургии и технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов, — д-ра техн. наук, проф. И.И. Фрумина и д-ра техн. наук, проф. Д.М. Рабкина. Конференция была организована ИЭС им. Е.О. Патона, Обществом сварщиков Украины и международной ассоциацией «Сварка».*

В работе конференции приняли участие более 100 ученых и специалистов в области сварки и смежных процессов от научно-исследовательских институтов, вузов и предприятий Украины, России и Польши.

Открыл пленарное заседание конференции академик НАН Украины, д-р техн. наук, проф. Л.М. Лобанов. Он рассказал о жизненном пути И.И. Фрумина и Д.М. Рабкина.

И.И. Фрумина в 1937 г. принял на работу в ИЭС Евгений Оскарович Патон. С 1941 по 1945 г. он участвовал в Великой Отечественной войне. Войну окончил в Берлине в звании майора — начальника химслужбы зенитной дивизии. После демобилизации И.И. Фрумин возвратился в ИЭС, где сначала возглавлял химическую и флюсовую лаборатории, а затем почти 30 лет — отдел физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей. Им вместе с коллегами выполнен комплекс основополагающих работ в области металлургии сварки, теории образования пор и трещин при сварке, разработано и налажено промышленное производство первых плавящихся флюсов.

Особенно весомый вклад внес И.И. Фрумин в создание научных и практических основ механизированной наплавки. Под его руководством разработаны первая порошковая проволока для наплавки, новые способы и технологии наплавки, которые нашли широкое применение в различных от-

раслях промышленности. За исследование, разработку и внедрение механизированной наплавки валков горячей прокатки И.И. Фрумину первому было присвоено звание лауреата Премии им. Е.О. Патона НАН Украины. За разработку порошковой проволоки для сварки и наплавки ему в составе коллектива ученых присуждена Государственная премия СССР.

Д.М. Рабкин начал работать в ИЭС в 1939 г. после окончания Киевского промышленного института (теперь НТУУ «КПИ»). В 1941–1943 гг. находился в рядах Красной Армии. В 1943 г. был отозван с фронта в ИЭС для оперативного решения вопросов, связанных с созданием и внедрением технологий сварки бронеконструкций и снарядов на заводах Урала и Сибири. Вся дальнейшая его деятельность связана с ИЭС им. Е.О. Патона, где он занимался проблемами металлургии сварки легких сплавов.

Д.М. Рабкин проявил себя как талантливый исследователь процессов плавления алюминиевых сплавов при дуговой сварке и физико-химических реакций в дуге и в сварочной ванне. Им выполнены фундаментальные исследования в области металлургии и материаловедения алюминиевых сплавов, а также создания новых технологий их сварки — механизированной полуоткрытой дугой с использованием галогенидных флюсов, электрошлаковой, электронолучевой и др. За монографию «Металлургия сварки плавления алюминия и его сплавов» он был удостоен Премии им. Е.О. Патона НАН Украины.

Затем выступил руководитель отдела физико-металлургических проблем наплавки износостойких и жаропрочных сталей д-р техн. наук И.А. Рябцев, который, в частности, сказал, что в отделе продолжают развиваться направления исследований и традиции, которые заложил И.И. Фрумин. В по-

следние годы в отделе занимаются исследованием и разработкой новых методов оптимизации структуры и свойств наплавленного металла. Для этого используют эффект структурной наследственности. Для реализации этого эффекта в состав шихты порошковой проволоки для наплавки вводятся наноразмерные карбидные композиции. Эти композиции влияют на структуру и свойства наплавленного металла без изменения его химического состава. Совместно с Институтом механики отдел занимается разработкой математических моделей и методов расчета структурного и напряженно-деформированного состояния плоских и цилиндрических деталей при наплавке и эксплуатации в условиях одновременного действия циклических, термических и механических нагрузок. Математические модели позволяют расчетным методом оценить ресурс эксплуатации наплавленных прокатных валков, штампов и других подобных деталей. Совместно с отделом математических исследований ИЭС была создана экспертная система «Наплавка». Разработка экспертной системы позволила систематизировать обширные знания по наплавочным материалам, технологиям и технике наплавки практически всех деталей, которые наплавляют в странах СНГ. Учитывая нынешние возможности в получении практических знаний и опыта наплавки экспертную систему можно с успехом использовать в учебном процессе в вузах.

Член-корреспондент НАНУ А.Я.Ищенко (ИЭС им.Е.О.Патона) выступил с докладом «Прогрессивные технологии сварки высокопрочных алюминиевых сплавов». В авиационной, ракетно-космической и оборонной технике широко используют алюминиевые сплавы различных систем легирования. В докладе были проанализированы физико-металлургические процессы, происходящие при их сварке. Дана характеристика новых и усовершенствованных способов и технологий сварки с использованием электрической дуги, электронно-лучевых и лазерных источников нагрева. В последние годы разработаны сложнелегированные алюминиевые сплавы с микродобавками скандия и циркония, которые отличаются более высокой технологичностью и прочностью. Их свариваемость плавлением при использовании современных технологий сварки характеризуется как хорошая или удовлетворительная, а временное сопротивление разрыву термически упрочненных деформированных полуфабрикатов достигает 750 МПа.

Доклад канд. техн. наук Е.Ф.Переплетчикова (ИЭС им. Е.О. Патона) был посвящен достижениям Института в области плазменно-порошковой наплавки. Развитие ППН в ИЭС неразрывно связано с именем И.И.Фрумина. Под его руководством проводились комплексные и целенаправленные исследования технологических особенностей плазмен-



ной наплавки, разработка наплавочных порошков и наплавочного оборудования, а также внедрение процесса в различных отраслях промышленности. Накоплен большой опыт при наплавке деталей как мелких задвижек, вентилях (DN50), так и крупных (DN1000 и выше) для стационарных и транспортных энергетических установок, химических предприятий, нефте- и газопроводов. Значительный интерес представляют разработанная в ИЭС технология и наплавочный порошок ПР-Х18ФНМ для ППН червяков экструдеров полимерных машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания и коррозионного воздействия среды. ППН применяют в промышленности для наплавки выпускных клапанов ДВС различных типоразмеров. При наплавке клапанов в полной мере проявляется важнейшее преимущество ППН: возможность нанесения тонких слоев с малым термическим воздействием на основной металл.

В докладе канд. техн. наук О.Г.Кузьменко (ИЭС им. Е.О. Патона) были представлены разработки ИЭС в области электрошлаковой наплавки. В институте для ЭШН создана оригинальная конструкция неплавящегося электрода — токоподводящий кристаллизатор (ТПК). При использовании ТПК присадочные материалы могут подаваться в шлаковую ванну в виде труб, стержней, проволоки, дроби, жидкого присадочного материала и т.п. Наиболее перспективным для наплавки в ТПК является зернистый присадочный материал (ЗПМ). Используя его, можно получать наплавленные слои заданных размеров и химсостава, а также активно влиять на процессы кристаллизации наплавленного металла и его свойства. Наибольший опыт накоплен при изготовительной и восстановительной наплавке дроби чугуновых прокатных валков. В ИЭС разработан и доведен до промышленного применения способ получения многослойного металла электрошлаковой наплавкой жидким металлом. К настоящему времени разработанная технология с успехом опробована в промышленности для получения загото-

вок биметаллических штампов, для восстановления штампов горячего деформирования и т.д.

Инженер *А.Ю.Пасечник* (Донецкий национальный технический университет) рассказал о работах лаборатории сварки и износостойкой наплавки ДНТУ. Лаборатория занимается разработкой и внедрением технологий ремонта, упрочнения и изготовления деталей и узлов горного и металлургического оборудования с использованием электрошлакового процесса. Специфика разрабатываемых технологий — это возможность их промышленной реализации непосредственно в местах эксплуатации оборудования, а также использования в качестве исходных материалов металлоотходов.

В докладе *д-ра техн. наук, проф. В.Ю.Конкевича* (ВИЛС, Москва) были рассмотрены технологии производства и использования гранулируемых алюминиевых сплавов. Основные преимущества этой технологии заключаются в возможности использования более простой технологической схемы при производстве тонкостенных полуфабрикатов; обеспечении экономичного производства изделий благодаря значительно сокращенному циклу в сочетании с высоким выходом годного; получении полуфабрикатов из сложнолегированных сплавов, содержащих в своем составе компоненты в количествах, превышающих их предельную растворимость в равновесном состоянии.

На конференции доклад «Экспериментальные исследования термостойкости и стойкости при циклических температурных и постоянных механических нагрузках металла, применяемого для наплавки роликов МНЛЗ» сделал *д-р техн. наук Е. Турык* (Институт сварки, Гливице, Польша). Были приведены результаты экспериментальных исследований термической стойкости и стойкости при циклических температурных и постоянных механических нагрузках металла, наплавленного проволокой, которую применяют на польских металлургических заводах для восстановления и упрочнения роликов МНЛЗ. Для сравнения по тем же методикам испытывали и основной металл роликов — сталь 34ХМ. В результате исследований установлено, что наилучшие свойства имели образцы из стали 34ХМ. Из наплавленных образцов лучшие свойства имел аустенитный наплавленный металл X18N10. Ниже были свойства металла мартенситного 10X13 и мартенсито-аустенитного X13N4 классов.

В докладе *канд. техн. наук В. Н. Матвиенко* (Приазовский государственный технический университет, Мариуполь) были рассмотрены проблемы повышения долговечности прокатных валков с помощью наплавки и дуговой металлизации. Работу выполняли совместно с меткомбинатом им. Ильича. В настоящее время для наплавки прокатных валков на комбинате освоено производство легированной наплавочной ленты 20X4МФБ. Применение такой ленты (наряду с лентами 08кп, 20пс) в сочетании с плавными или керамическими флюсами позволяет наплавлять слои, механические и служебные свойства которых соответствуют условиям эксплуатации валков. Наплавка прокатных валков с использованием наплавочных материалов, изготавливаемых на меткомбинате им. Ильича, обеспечивает низкую долю затрат (33,0–45,0%) на восстановление изношенных валков в сравнении со стоимостью новых.

Доклад *канд. техн. наук К. Мадея* (Институт сварки, Гливице, Польша) был посвящен проблемам сварки термически улучшенных конструкционных сталей высокой прочности с пределом текучести 690–1100 МПа. Рассмотрены особенности технологии сварки высокопрочных сталей, в частности, влияние погонной энергии дуговой сварки на структуру и механические свойства сварных соединений. В докладе были приведены данные о причинах образования трещин при сварке сталей подобного типа и возможные меры борьбы с ними.

Темой доклада *канд. техн. наук А.Г.Покляцкого* (ИЭС им. Е.О. Патона) стала эффективность применения сварки трением с перемешиванием для получения неразъемных соединений алюминиевых сплавов. Формирование швов в твердой фазе предотвращает образование пор, макровключений оксидной пленки, горячих трещин и других дефектов. Отсутствие дугового разряда и расплавленного металла позволяют получать неразъемные соединения без применения защитного газа, а также избежать ультрафиолетового излучения дуги, выделений дыма, выгорания легирующих элементов. Снижение теплового воздействия на металл способствует уменьшению остаточных деформаций и напряжений в соединениях, что уменьшает коробление сварных конструкций и повышает их стойкость к разрушению. Сварные соединения алюминиевых сплавов, полученные сваркой трением с перемешиванием, обладают значи-



тельной стойкостью к зарождению и распространению эксплуатационных трещин и имеют высокую усталостную прочность.

Аналізу современного состояния электронно-лучевой сварки изделий ответственного назначения из алюминиевых сплавов и проблемам изготовления из них различных транспортных конструкций были посвящены доклады *д-ра техн. наук А.А. Бондарева* (ИЭС им. Е.О. Патона) и *канд. техн. наук В.Г.Игнатъева* (Национальный авиационный университет).

В докладе *А.П. Ворончука* (ИЭС им. Е.О. Патона) была приведена обширная информация об оборудовании и технологии

наплавки порошковыми лентами, опыте промышленного использования полученных разработок. С сообщением о производстве в ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог) наплавленных биметаллических износостойких листов для защиты оборудования различного назначения от абразивного изнашивания выступил *Ю.В.Муска*.

Всего на пленарном заседании конференции было заслушано 27 докладов и сообщений. Кроме того, в читальном зале библиотеки ИЭС им. Е.О. Патона было представлено более 10 стендовых докладов, которые также вызвали большой интерес участников конференции. ● #1297

## Модернизация и переоснащение предприятий. Эффективные технологии при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей

### 6-я научно-техническая конференция

*В Днепропетровске 17 октября 2012 г. в рамках международной выставки «Машипром-2012» состоялась 6-я научно-практическая конференция «Модернизация и переоснащение предприятий. Эффективные технологии изготовления, ремонта и восстановления деталей». Организаторы конференции ООО «НПП Реммаш» (Днепропетровск), Ассоциация технологов машиностроителей Украины (Киев) и Экспоцентр «Метеор» (Днепропетровск).*

В работе конференции приняли участие 45 специалистов различных предприятий Украины и России. Информационную поддержку оказал журнал «Оборудование и инструмент для профессионалов».

Основные направления работы конференции:

- оборудование, материалы, технологии для электродуговой наплавки;
- оборудование и технологии газокислородной резки;
- высокоэффективные инновационные технологии упрочнения;
- перспективные технологии и инструменты для механической обработки упрочненных деталей.

В докладах специалистов ООО «НПП Реммаш» и ИЭС им. Е.О. Патона была изложена информация о путях развития отечественных предприятий в направлении разработки и изготовления высокоэффективного наплавочного оборудования, а также о поступающем на рынок Украины современном вы-

сокоэффективном импортном оборудовании (ООО «Саммит», Днепропетровск). Докладчики из ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» и ИЭС им. Е.О. Патона (Киев) проинформировали о последних разработках порошковой наплавочной проволоки и лент и эффективном их применении. О методах подхода в выборе наплавочного оборудования и материалов, и их доработке поделились в своих докладах представители ПАО «ДМКД» (Днепродзержинск), ООО «Стил Ворк» (Кривой Рог) и ОАО «Стойленский ГОК» (Старый Оскол, РФ). О разработанных современных инновационных технологиях и эффективности их применения сообщили сотрудники ООО «НПФ ВИСП», ИЭС им. Е.О. Патона, Института проблем прочности (Киев) и др. Темой доклада специалистов ООО «НИИПТмаш – Опытный завод» (Краматорск) стали данные о разработанных инструменте и технологии для газокислородной резки, позволяющих повысить ее производительность. Информация о работах по повышению эффективности, работоспособности и срока службы деталей благодаря правильно подобранным технологиям и инструменту для финишной механической обработки покрытий была представлена в докладах Института сверхтвердых материалов (Киев).

*Ознакомиться с материалами конференции можно на сайте: [www.ex.ua/edit\\_storage/852074655399](http://www.ex.ua/edit_storage/852074655399).*

● #1298

## III Международная конференция сварщиков стран Европы и III Координационный совет заведующих кафедрами по направлению «Сварка» в Краматорске

**К.П. Шаповалов, Н.А. Макаренко**, д-р техн. наук, **А.Д. Кошевой, Д.А. Волков**, кандидаты техн. наук, Донбасская государственная машиностроительная академия (Краматорск)

*Со 2 по 5 октября 2012 г. по инициативе и поддержке президента Национальной академии наук Украины Б.Е. Патона на базе кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» Донбасской государственной машиностроительной академии (Краматорск) была проведена III Международная научно-техническая конференция «Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития», посвященная 60-летию ДГМА. Параллельно с работой конференции состоялся III Координационный совет заведующих кафедрами по направлению «Сварка и родственные технологии» при участии зарубежных представителей.*

География участников была достаточно широкой. Институт электросварки им. Е.О. Патона представляли директор межотраслевого учебно-аттестационного центра ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, канд. техн. наук Петр Проценко; заведующий лабораторией электрошлаковой сварки, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук Иван Лычко. В работе конференции участвовали заведующие и представители кафедр сварки вузов Украины, России и Белоруссии: Константин Шаповалов — заместитель главного инженера ПАО «НКМЗ», председатель регионального общества сварщиков Украины; Вадим Белинский — главный сварщик ПАО «НКМЗ», руководитель филиала кафедры «ОиТСП» на предприятии; Сергей Шилюк — главный сварщик ПАО «СКМЗ», руководитель фи-

лиала кафедры «ОиТСП» на данном предприятии; Владимир Сергиенко — директор завода автогенного оборудования «ДОН-МЕТ»; Валерий Стрелец — главный сварщик ПАО «КЗТС» (ООО «Фурлендер-Виндтехнолоджи»); Олаф Хессе — представитель Gunter-Kohler-Institut Fur Fugetechnik Und Werkstoffprufung GmbH (Германия), а также ведущие специалисты в области сварки и родственных технологий отечественных и зарубежных предприятий.

Выступления на пленарном заседании открыла д-р техн. наук, проф. Наталья Макаренко — заведующий кафедрой «Оборудование и технологии сварочного производства» ДГМА. Она рассказала о проблемах, с которыми, по ее мнению, сталкиваются на многих кафедрах сварки и родственных технологий Украины и стран Европы при подготовке магистров-сварщиков, и поблагодарила руководителей филиалов кафедры «ОиТСП» на ПАО «НКМЗ» (В. Белинский) и ПАО «СКМЗ» (С. Шилюк) за помощь и поддержку в столь трудном деле.

С приветствием к участникам конференции обратился проректор по научной работе и международным связям ДГМА, д-р техн. наук, проф. Играмотдин Алиев. Он высказал мнение, что при достаточно высоких показателях научной деятельности вузов, в частности ДГМА, существует острая проблема в инновационной деятельности, а также острая необходимость во взаимовыгодном сотрудничестве с промышленными предприятиями.

Константин Шаповалов, заместитель главного инженера ПАО «НКМЗ», председатель регионального Общества сварщиков Украины в своем выступлении отметил необходимость внедрения наукоемких технологий в производство и необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов для сварочной отрасли совместно с

Выступает д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «ОиТСП» ДГМА Н. Макаренко



ведущими вузами Украины на примере кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» Донбасской государственной машиностроительной академии.

Выступивший далее председатель Координационного совета заведующих кафедрами сварки и родственных технологий, д-р техн. наук, проф., декан сварочного факультета, зав. кафедрой «Электросварочные установки» НТУУ «КПИ» Сергей Фомичев поздравил всех присутствующих с юбилеем. Он определил также основную тематику форума заведующих — согласование научно-методических приемов в подготовке сварщиков-магистров. Представляя работы в области применения нанотехнологий в процессах кристаллизации и формирования структуры при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей, проводимых в НТУУ «КПИ», Сергей Константинович рассказал также о деятельности недавно созданного украинско-китайского Института сварки им Е.О. Патона, в задачи которого входит внедрение наших инновационных проектов в производство Китая.

В докладе главного сварщика ПАО «НКМЗ» Вадима Белинского была рассмотрена проблема подготовки персонала, для решения которой поддерживается сотрудничество с кафедрой сварки ДГМА, проводится обучение и сертификация специалистов в ИЭС по программе «Международный инженер-сварщик».

Выступавший далее Петр Проценко (ИЭС им. Е.О. Патона) остановился на проблеме обеспечения качества подготовки специалистов и их компетентности в области сварки. Он подчеркнул актуальность темы форума в современных условиях усложнения конструкций оборудования, роста требований к качеству при изготовлении сварных изделий.

Важность непрерывности подготовки кадров и роль в ней ИЭС им. Е.О. Патона подчеркнул в своем выступлении Иван Лычко. Он положительно оценил опыт тесной взаимосвязи теоретической подготовки студентов в ДГМА с получением практических навыков и изучением современного производства на Новокраматорском машиностроительном заводе.

Выступавший на пленарном заседании главный сварщик Краматорского завода тяжелого станкостроения Валерий Стрелец рассказал о становлении производства башен ветрогенераторов на КЗТС, которое стало возможным благодаря использованию



На заседании Координационного совета заведующих кафедрами выступает председатель форума С. Фомичев



Доклад Петра Проценко (ИЭС им. Е.О. Патона) на пленарном заседании

высокоточного оборудования шведской фирмы ESAB. Он также подчеркнул важность введения в учебный процесс лекционно-практического курса при подготовке специалистов-сварщиков, направленного на изучение основных зарубежных стандартов.

В своем приветственном слове декан металлургического факультета Днепропетровского государственного технического университета, канд. техн. наук, доцент Валерий Перемитько отметил, что все ранее проводимые кафедрой «ОиТСП» ДГМА мероприятия были эффективны, способствуя развитию единых научно-методических подходов в подготовке бакалавров, специалистов и магистров по направлению «Сварка», и поздравил с 60-летним юбилеем вуза всех присутствующих.

В завершение пленарного заседания выступил один из организаторов мероприятий, председатель профсоюзного комитета ДГМА, канд. техн. наук, доцент кафедры сварки Анатолий Кошевой. Он обратил вни-



мание слушателей на то, что при кафедре «ОиТСП» успешно функционирует возглавляемый им Совет специальности, который эффективно работает в течение нескольких последних десятилетий, а также отметил большую роль ПАО «НКМЗ» и «СКМЗ» в подготовке специалистов-сварщиков.

На Координационном совете заведующих кафедрами основным вопросом была выработка стратегии подготовки магистров в соответствии с требованиями производства и европейской системы образования. Вопрос особо актуален в свете грядущего перехода к двухступенчатой системе высшего образования. С первым докладом выступил декан машиностроительного факультета, канд. техн. наук, доцент, почетный профессор ДГМА Александр Гринь, который дал сравнительный анализ особенностей подготовки магистров-сварщиков в вузах Украины и Европы. Дискуссия сосредоточилась, прежде всего, на проблемах поддержания высокого уровня подготовки специалистов в условиях не слишком большой популярности технических специальностей среди абитуриентов, необходимости обновления оборудования для проведения исследований и лабораторных работ, на проблеме организации практики магистров, а также на других важных вопросах.

С докладом на конференции выступает И. Лычко



На конференции выступает гость из Германии Олаф Хессе



В соответствии с рассматриваемой на Координационном совете тематикой Сергей Фомичев сделал содержательный доклад о принятии Отраслевых стандартов высшего образования Украины: ГСВОУ 6.050504-12 — образовательно-профессиональной программы подготовки «Бакалавр»; 7.050504-12 — образовательно-профессиональной программы подготовки «Специалист»; 8.050504-12 — образовательно-профессиональной программы подготовки «Магистр» направления подготовки «Сварка». Работа над стандартами была начата еще в 2009 г., и, как отметил Сергей Константинович, этому в значительной мере содействовало первое Координационное совещание заведующих кафедрами сварки Украины, состоявшееся на базе кафедры «ОиТСП» ДГМА в Краматорске.

По инициативе кафедры оборудования и технологий сварочного производства ДГМА был предложен проект Международного конкурса магистерских дипломных проектов. С докладом по данному вопросу выступил разработчик проекта Положения о проведении Международного конкурса магистерских дипломных проектов, дипломных работ и магистерских диссертаций студентов высших учебных заведений по направлению подготовки «Сварка» канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «ОиТСП» Дмитрий Волков.

Были обсуждены номинации, по которым будет происходить оценка участников конкурса, а именно:

- прогрессивные технологические процессы получения сварных и паяных соединений из стали, чугуна, цветных металлов, сплавов и других материалов;
- перспективные материалы для сварки и наплавки;
- математическое, физическое, имитационное моделирование, компьютерные и информационные технологии в сварочном производстве;
- механизация и автоматизация процессов сварочного производства;
- перспективные методы контроля качества сварных соединений.

С целью повышения объективности оценки конкурсных работ автор проекта предложил включать в состав жюри не только представителей вуза-организатора, но и главных специалистов-сварщиков ведущих промышленных предприятий региона.

Результатом работы по данному вопросу стало подписание всеми заведующими ка-

федрами протокола и письма к Министру образования и науки, молодежи и спорта Украины Д.В. Табачнику с просьбой поддержать инициативу ДГМА и заведующих кафедрами сварки и родственных технологий стран Европы.

Кроме того, кафедрой оборудования и технологий сварочного производства ДГМА был предложен на рассмотрение проект договора о сотрудничестве родственных кафедр высших учебных заведений Украины III-IV уровней аккредитации, которые осуществляют подготовку специалистов-сварщиков. Доработать проект договора с учетом озвученных пожеланий было поручено Д. Волкову.

В секциях конференции работа была посвящена достижениям научных исследований в области сварки, наплавки и других родственных процессов, а также контроля качества сварных соединений. Большой интерес вызвал доклад ведущего специалиста ИЭС И.И. Лычко, посвященный электрошлаковой сварке. Докладчик также привел примеры успешного внедрения ЭШС в производство, а также при ремонте крупногабаритных конструкций, проведенном специалистами ИЭС им. Е.О. Патона и ПАО «НКМЗ».

Слушателей заинтересовал также доклад о диффузионной сварке с применением для повышения качества соединений трудносоединяемых материалов нанослоев, наносимых на поверхность контакта (докладчик — Л. Петрушинец, ИЭС им. Е. О. Патона). Наносимые на поверхность соединяемых деталей нанослои обладают особыми свойствами и после незначительной активации обеспечивают выделение большого количества теплоты, используемой для создания контакта. При этом появляется возможность соединения трудносоединяемых и практически не соединяемых другими способами материалов.

Кроме того, с интересным докладом на тему «Электроконтактная наплавка порошковых материалов в металлической оболочке» выступил канд. техн. наук, доцент В. Пресняков (кафедра «ОиТСП» ДГМА).

Доклад специалиста из Германии Олафа Хессе был посвящен повышению качества сварных изделий, выполненных контактной точечной сваркой. Такое качество может быть достигнуто при внедрении (разработанной с его участием) методики мониторинга процессов точечной сварки с использованием оптических датчиков удлинения типа Fiber-Bragg-Grating.



С интересным докладом выступил ассистент кафедры «ОиТСП» ДГМА Денис Голуб, который представил работу кафедры за последние четыре года. Он отметил, что за данный период кафедрой заключены семь международных договоров в области научного сотрудничества. Д. Голуб обсудил аналогичный договор с представителем Gunter-Kohler-Institut Fur Fugetechnik Und Werkstoffprufung GmBH (Германия) господином Олафом Хессе.

По материалам конференции издан сборник тезисов докладов (ответственный за выпуск преподаватель кафедры «ОиТСП» И. Бойко) и планируется к изданию сборник научных трудов ВАК Украины «Вестник ДГМА», посвященный непосредственно сварочным технологиям.

Участники конференции посетили ведущие предприятия Украины, такие как «НКМЗ», «ДОНМЕТ» и «КЗТС». Особый интерес вызвала экскурсия на КЗТС, где можно было увидеть современное оборудование для изготовления башен ветрогенераторов. Приятно отметить, что в Украине появилось производство с высоким уровнем организации технологического процесса и современным оборудованием, на котором работают в основном выпускники кафедры «ОиТСП» ДГМА.

Участники конференции и форума имели возможность совершить экскурсии в Свято-Успенскую Святогорскую лавру (Святогорск), а также на крупнейшее предприятие в Восточной Европе — «Артемовск Вайнери» (Артемовск), организованные кафедрой «ОиТСП» ДГМА. Все участники конференции и форума единодушно отметили, что в ДГМА есть все возможности для плодотворной работы и учебы. ● #1299

Участники конференции на ПАО «КЗТС», участок производства башен ветрогенераторов

# Создание и покорение суперстали

## Часть 4. Материаловеды и сварщики решают проблемы производства пара

А.Н. Корниенко

*История теплоэнергетики насчитывает несколько тысячелетий. С середины 18-го века энергия пара начинает применяться для работы насосов, затем для наземного и водного транспорта, привода производственных машин, теплофикации и, наконец, выработки электроэнергии. Ученые-теплотехники, конструкторы стремились увеличить параметры пара и производительность котлов. К началу 20-го века в разных странах уже эксплуатировали котлы с повышенными параметрами пара. Их изготавливали с применением клепки. Несмотря на то, что к тому времени были уже установлены преимущества сварки, применять новые технологии соединения в производстве котлов не спешили. Однако 80 лет тому назад был изобретен котел, конструкция которого известна в мире как «система Рамзина». Принцип получения пара в нем используют до сих пор. А изготовить его можно было только с помощью сварки.*

В СССР в 1931 г. впервые контора «Оргаметалл» на заводе «Мастяжарт» вместо клепки начала сваривать корнвалийские водогрейные котлы давлением 0,3 МПа. Преимущества новой технологии были очевидны: расход металла снизился на 24%, стоимость изготовления — на 25%, увеличился выпуск котлов с имеющихся площадей. Однако два года никто не решался перевести на сварку изготовление паровых котлов, и только в феврале 1933 г. Наркомтруда разрешил сварить опытную партию котлов системы В.Г.Шухова. Цельносварные котлы, изготовленные на заводе «Парострой» с применением ручной дуговой сварки толстопокрытыми электродами ЛИМ, выдер-

жали расчетную нагрузку. Но если в производстве этих агрегатов сварка была лишь альтернативой клепки, то первый в мире мощный прямоточный котел Леонида Константиновича Рамзина без применения сварки изготовить не удавалось.

Профессор, заведующий кафедрой в Императорском техническом училище (ныне МГТУ им. Н.Э.Баумана) Л.К.Рамзин был приглашен для разработки глобального плана ГОЭЛРО. «Рамзин — лучший топливник в России. В лице Рамзина мы имеем самого выдающегося ученого по такой специальности...», — так написал Председатель Совета народных комиссаров В.И.Ленин. Работая в комиссии ГОЭЛРО, он установил основные направления развития теплоэнергетики. В 1921 г. был создан Всероссийский теплотехнический институт и Л.К.Рамзин был назначен его директором.

26 октября 2012 г. на конференции, посвященной 125-летию со дня рождения выдающегося ученого-энергетика Л.К.Рамзина, теперешний директор института член-корреспондент РАН А.Клименко отметил: «Ученый, прежде всего, требовал постановки актуальных для народного хозяйства задач и эффективного их решения, а от коллектива — добросовестности и ответственности, доброжелательности и порядочности. Многими достижениями ВТИ обязан первому своему директору». Под руководством Рамзина создавалось новейшее энергетическое оборудование, проектировались тепловые станции. Его методы расчета котельных установок, теория излучения в топках, работы по теплофикации обеспечили решение топливно-энергетических проблем страны. В частности, результаты исследования позволили эффективно использовать низкосортное топливо. Ученый успешно завершал разработку самой главной своей идеи — прямоточного парового котла высокого давления, способного работать на любом топливе.

Однако директор ВТИ, член Госплана СССР был арестован по «Делу промпар-

Л.К.Рамзин





тии», сфабрикованному Вышинским и Крыленко, и 7 декабря 1930 г. приговорен к расстрелу. Но все же Л.К.Рамзина «поміловали» десятилетним тюремным сроком и, создав первую в стране «шарашку», обязали политзаключенного продолжать руководить ВТИ.

Испытания опытного образца котла Рамзина в середине 1932 г. показали достаточно высокую паропроизводительность, в том числе и при работе на торфе и дровах. В системе Наркомата тяжелой промышленности было создано ОКБ прямооточного котлостроения, которое возглавил сам изобретатель. В 1933 г. под его руководством был изготовлен промышленный образец паропроизводительностью 200 т/ч с давлением пара 14 МПа.

Котел состоит из поточной камеры призматической формы, где расположена вся трубная поверхность. Вверху агрегата находятся распределительные коробки, в которые входит вода конденсата с температурой 210°C. Отсюда она направляется в подвесные трубы диаметром 70/54 мм. К трубам приварены крышки, на которых и уложены все ряды радиационной части. Над боковыми стенками расположены две другие коробки, в них собирается вода и затем направляется в нижние коллекторы конвекционного экономайзера, состоящего из двух секций — 44 параллельных витка диаметром 30/12 мм.

Ручной дуговой и контактной стыковой сваркой были изготовлены все основные узлы, в том числе: радиационные витки, конвекционные и экономайзерные пакеты из труб с толщиной стенки 6 мм, секции вторичного перегревателя из труб со стенкой толщиной 3 мм. На серийном производстве котлов специализировались заводы «Красный котельщик» (Таганрог), Машиностроительный завод им. Г.К.Орджоникидзе (Подольск), Барнаульский котельный завод и ряд других. В годы Великой Отечественной войны энергетические проблемы кузницы оружия — Урала были решены благодаря рамзинским котлам, и в 1943 г. их создатель был отмечен Сталинской премией 1-й степени. (Кроме того, он был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а к шестидесятилетию, за год до смерти — орденом Ленина).

Идеи Рамзина до настоящего времени актуальны и используются при разработке котлов новых поколений. Конструктивные решения Рамзина оказались в самом русле тенденций научно-технического прогресса — повышение эксплуатационных параметров энергетических установок, в том числе температуры и давления. Именно такой котел, как никакой другой, позволял значительно увеличивать эти показатели. Однако на пути реализации этих возможностей возникли серьезные проблемы. Потребовались специальные стали, технологии сварки, сварочное оборудование и материалы.

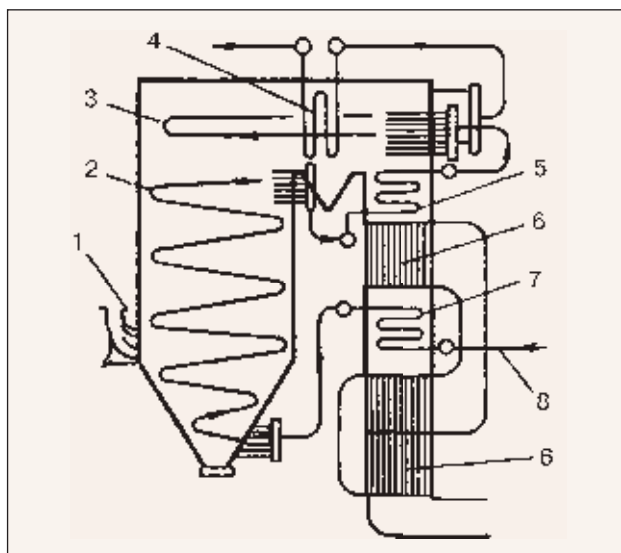
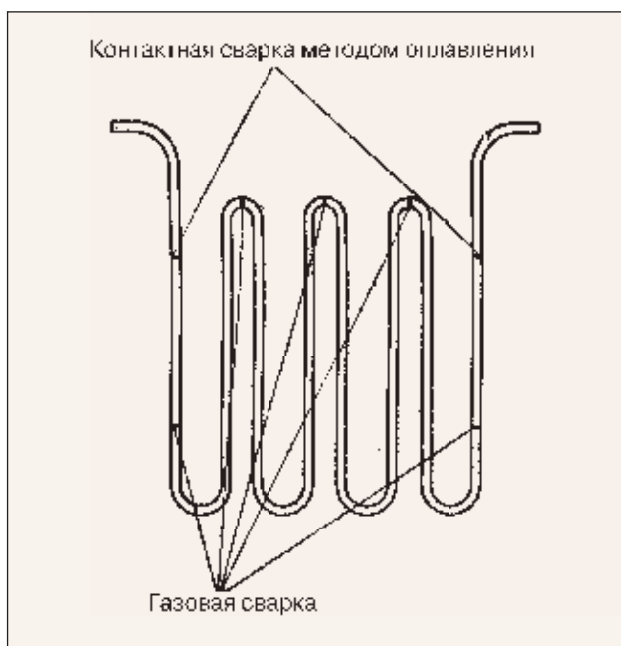


Схема прямооточного котлоагрегата Рамзина докритического давления: 1 — пылеугольная горелка; 2 — НРЧ; 3 — ВРЧ; 4 — конвективная часть первичного пароперегревателя; 5 — переходная зона; 6 — воздухоподогреватель; 7 — водяной экономайзер; 8 — вход питательной воды



Сварные узлы котла Л.К.Рамзина

В 1930-х годах отдельными проблемами сварочного производства как в СССР, так и за рубежом занимались десятки лабораторий и отделов в составе НИИ, КБ, вузов, фирм и корпораций. В какой-то степени результаты исследований и разработок обобщались на конференциях и собраниях обществ и объединений. Однако удовлетворить требования научно-технического прогресса можно было только при комплексном системном поиске соответствующих материалов и технологий. В 1932 г. академик Всеукраинской академии наук известный мостостроитель и руководитель Электросварочной лабора-

тории Евгений Оскарович Патон впервые в мире разработал комплексную программу развития сварочного производства. В начале 1934 г. правительство УССР вынесло решение о создании в составе академии Института электросварки.

Теоретические и экспериментальные исследования проблем прочности сварных соединений, выполненные Е.О. Патоном и его сотрудниками, позволили создать научную базу для проектирования сварных металлоконструкций. Одновременно изучались металлургические и теплоэнергетические процессы, условия кристаллизации сварочной ванны и другие особенности сварки, которые легли в основу нового научного направления — металлургии сварочных процессов. К концу 1930-х годов в Институте электросварки был создан отечественный способ дуговой автоматической сварки под флюсом, в годы войны решена проблема автосварки броневых сталей (см. «Сварщик» №4, 2012), а уже с 1944 г. Е.О.Патон нацелил коллектив института на восстановление промышленности СССР, в том числе на скорейшее восстановление горно-металлургического и энергетического комплексов Украины и на научные исследования, посвященные решению проблем развивающихся и возникающих отраслей производства и областей науки. (До сих пор целенаправленные научные исследования, часто опережающие запросы промышленности, потребности человека, научных и конструкторских учреждений преобладают в деятельности ИЭС им. Е.О.Патона.)

Что касается конкретных проблем теплоэнергетики, в том числе и котлостроения, в ИЭС их начали решать уже в 1944 г. Одной из основных тенденций научно-технического прогресса со второй половины 20-го века стало увеличение параметров режима работы энергетических установок. Естественно, возрастали требования и к материалам узлов котлов. При эксплуатации паропроводов под воздействием различных эксплуатационных факторов (температура, давление пара, время и др.) происходят структурные изменения в металле и ухудшение его механических свойств. Соответственно, возникли проблемы обеспечения необходимого качества сварных соединений.

В программной статье «Сварка в мире будущего» Б.Е. Патон указал основные пути решения проблем: «По мере прогресса в энергетике возрастают требования к надежности в эксплуатации оборудования, что как правило, достигается созданием специальных материалов и технологий изготовления. Со второй половины прошлого столетия значительно возросла доля наукоемких технологий, в том числе, и сварки, наплавки, напыления, пайки. Изготовительные и ремонтные работы заключаются в проведении научно-исследовательских работ по выбору режимов, конструкционных и сварочных материалов с учетом хорошей свариваемости для эф-

фективных способов сварки, совершенствованию и созданию рациональных конструкций свариваемых узлов и др. Все эти факторы связаны между собой и имеют большое значение для безопасности эксплуатации этих ответственных сварных изделий».

В архиве сохранились несколько сотен директорских протоколов и распоряжений, посвященных разработке новых сплавов и технологических приемов, обеспечивающих адекватное высокое качество и требуемые служебные свойства сварных соединений; повышению продолжительности работы и диагностики состояния оборудования, функционирующего при высоких температурах и динамических напряжениях, испытывающего действие коррозионноактивных и радиоактивных сред; обеспечению долговечности теплонапряженных узлов и др. Потребовалось решить множество разнообразных проблем: конструкционных, материаловедческих, технологических, организационно-производственных и др. Что касается задач сварочного производства, то можно выделить пять главных:

- 1) участие в создании новых конструкционных материалов с хорошей свариваемостью;
- 2) совершенствование известных технологий и материалов;
- 3) разработка технологий, основанных на новых источниках энергии;
- 4) создание специальной сварочной аппаратуры;
- 5) участие в разработке новых сварных конструкций.

Выполнением этих задач занимался технологический отдел во главе с А.М.Макарой, конструкторские отделы (П.И. Севбо, В.И. Патон). По мере развития энергетики расширялось число подразделений, занимающихся проблемами сварки специальных сталей, в том числе и для тепловых энергоблоков, и производства их способами специальной металлургии.

Тенденция использования в конструкциях ответственного назначения высокопрочных сталей оставалась актуальной. В 1960–70-х годах на смену конструкционным материалам, обладающим удовлетворительной свариваемостью, приходят теплоустойчивые, жаропрочные и жаростойкие высоколегированные сплавы, в том числе и мартенситно-бейнитные стали с границей текучести до 950 МПа. Основной задачей сварщиков становится обеспечение необходимой работоспособности сварных соединений, от которых зависит надежность и эффективность изделий. Для достижения свойств наплавленного металла, равноценных свойствам основного металла, усилия сварщиков и металлургов направлены на выбор оптимальных систем легирования основного металла и сварочных материалов, модифицирование и измельчение структуры.

Решение вопроса работоспособности металла котлогенераторов и парогенераторов ТЭС на раз-

ных стадиях эксплуатации возможно на основе изучения процессов структурных изменений, происходящих в металле в период его работы.

В конце столетия возникла значительная потребность в создании новых сплавов для высокоэффективных газотурбинных двигателей, стационарных энергетических установок, реактивных и редчайших ракетных двигателей, эффективность работы которых повышается с ростом температуры. Специалисты материаловедения разработали высоколегированные многокомпонентные жаропрочные суперсплавы на основе интерметаллидов никель-алюминий, титан-алюминий, нетрадиционных интерметаллидов с рутением, ниобием и др. Только на основе железа создано возле 1000 марок специальных сталей.

Проблема сварки узлов котлов решалась в ИЭС им. Е.О.Патона, в ЦНИИТМАШ, в НИКИМТе и ряде других организаций. Для дуговой сварки в защитных газах кольцевых вертикальных швов были разработаны накидные разъемные сварочные головки и несколько технологий для сварки труб из различных материалов, с разным диаметром и толщиной стенки.

Теплоустойчивые стали, предназначенные для работы при повышенных температурах (до 500°C), получили название котельных. В большинстве — это стали феррито-перлитного класса, которые после высокого отпуска имеют стабильные свойства при эксплуатации. В качестве легирующих элементов здесь используется хром (3–5%), молибден (до 1%) и ванадий (до 0,5%), что позволяет уменьшить склонность к росту зерна при длительном нагреве. Применение в энергетических установках пара, перегретого до температуры 630°C под давлением свыше 35 МПа, дает заметную экономию энергии. Потребовалось разрабатывать жаростойкие стали, способные работать при высоких температурах под высокой нагрузкой, отвечающие жестким требованиям к криптоустойчивости (ползучести) и прочности.

В ИЭС им. Е.О. Патона для изготовления узлов в энергетическом, атомном и химическом машиностроении из высокопрочной корпусной стали 15Х2МФА в 1993 г. была разработана технология однопроходной электронно-лучевой сварки соединения с предварительно облицованными кромками чистыми сварочными материалами путем электродуговой наплавки (Б.С. Касаткин, А.К. Царюк, В.Ю. Скульский и др.).

В последнее время исследованы новые марки теплоустойчивых конструкционных сталей с повышенным содержанием (9–12%) хрома для работы изделий при сверхкритических (620–630°C) параметрах пара, в том числе проанализировано влияние легирования на фазовый состав, коррозионную стойкость, процессы при старении, длительную прочность и свариваемость сталей.



Первый советский прямоточный котел высокого давления (140 атмосфер). Разработан Л.К. Рамзиным (1931), был впервые введен в действие в 1933 г. на ТЭЦ-9 Мосэнерго (фото МИРМЭ, 1933)

За рубежом при сооружении электростанций, работающих на ископаемом топливе, широко внедряют новые мартенситные стали, работающие при температурах более 620°C. В странах Западной Европы это сталь E911 (1.4905, {11 Cr Mo W V Nb9-1-1}, содержащая 9% Cr, 1% Mo и 1% W, в Японии и США — сталь NF 616, в США — сталь P92, содержащие 9% Cr, 0,5% Mo, 2% W. Для ряда видов сварки сталей этого типа разработаны присадочные материалы того же состава, что и основной металл. В частности, для сварки под флюсом труб в трубные доски бойлеров выпускают порошковую проволоку с флюсовым наполнителем UB305, предназначенную для сварки обычных сталей типа 15Mo3.

Следует отметить, что проблемой глобального масштаба является критический возраст оборудования электростанций, работающих на ископаемом топливе. В промышленно развитых странах большинство действующих станций были запущены в 1950–60-х годах, а опыт показывает, что более половины всех энергоблоков выходит из строя по истечении 50 лет. Поскольку замена поврежденных узлов считается недостаточно эффективным решением проблемы, зарубежные энергетические компании считают целесообразным ремонтировать оборудование, применяя сварочные технологии.

● #1300





ОДО «ЗОНТ»  
торговая  
марка

Украина, 65104, г. Одесса  
пр. Маршала Жукова, 103  
тел. (048) 717-0050  
факс (048) 715-6950  
E-mail: oaozont@zont.com.ua  
URL: www.zont.com.ua

Производство, поставка, сервис

## МАШИНЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ:

- ◆ с газокислородной и плазменной оснасткой;
- ◆ лазерные комплексы (оптоволоконные);
- ◆ гидроабразивные комплексы;
- ◆ криотехника.



# АНО-36 СУПЕР

РЕЗУЛЬТАТ ПРЕВЗОЙДЕТ ОЖИДАНИЯ

**ВЫСОКОЕ  
КАЧЕСТВО**

плюс

**низкая  
цена**



Диаметр  
3,0 и 4,0 мм

Со склада  
в Киеве

Доставка  
заказчику

## АНО-36 СУПЕР —

**электроды по цене производителя**

- ▶ Для сварки конструкций из углеродистых марок сталей с содержанием углерода не более 0,25%.
- ▶ Легкое начальное и повторное зажигание.
- ▶ Стабильное горение дуги и улучшенный повторный поджиг.
- ▶ Малые потери металла от разбрызгивания.
- ▶ Хорошее формирование металла шва.
- ▶ Легкая отделимость шлаковой корки.
- ▶ Равномерное плавление покрытия.
- ▶ Рутил-целлюлозное покрытие.
- ▶ Рекомендуется для сварки и ремонта конструкций из стали, тонких и средних по толщине сечений. Хорошо перекрывают относительно широкие зазоры, малочувствительны к качеству подготовки кромок, наличию гальванических покрытий, ржавчины и других загрязнений.



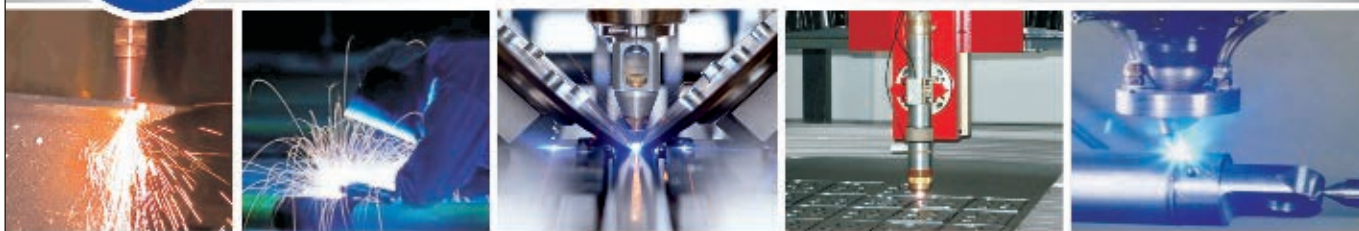
ДП «Экотехнология», г. Киев  
т./ф.: +380 44 200-80-56 (многокан.), 248-73-36, 289-21-81  
e-mail: sales@et.ua  
[www.et.ua](http://www.et.ua)



# СВАРКА и РЕЗКА

13-я международная специализированная  
выставка оборудования, приборов  
и инструментов для сварки и резки

## 9-12.04.2013



Международный специализированный салон  
**Защита от коррозии. Покрытия**



14-я международная специализированная выставка  
**Порошковая металлургия**

Беларусь, Минск,  
пр-т Победителей, 20/2  
Футбольный манеж

Организатор:



**МИНСКЭКСПО**

Тел.: +375 17 226 98 58  
+375 17 226 90 83  
Факс: + 375 17 226 98 58  
+375 17 226 99 36

E-mail: e\_fedorova@solo.by

партнер выставки:



ЭКСПЕРТЫ В СВАРКЕ

генеральный  
информационный  
партнер:



## Открыта подписка-2012 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
Днепропетровск	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
Донецк	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 63-91-82
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 62-52-43
	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
Киев	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Кировоград	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
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
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Нежин	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
Николаев	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Прилуки	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
Сумы	ООО «Диада»	(0542) 37-03-55
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ – Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
Харьков	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
	ДП ЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкаскы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

## ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

**В. М. Бернадский та ін.** Російсько-український та українсько-російський словник зварювальної термінології. 2001. — 224 с. . . . . 30

**В. И. Лакомский, М. А. Фридман.** Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004. — 196 с. . . . . 40

**А. А. Кайдалов.** Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. . . . . 50

**О. С. Осика та ін.** Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології. 2005. — 256 с. . . . . 40

**В. М. Корж.** Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. — 196 с. . . . . 40

**В. Я. Кононенко.** Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с. . . . . 40

**С.Н.Жизняков, З.А.Сидлин.** Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 368 с. . . 60

**А.Я.Ищенко и др.** Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. 2006. — 112 с. с илл. 30

**П. М. Корольков.** Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с. . 40

**А.Е.Анохов, П.М.Корольков.** Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. — 320 с. . . . . 40

**Г. И. Лащенко.** Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с. . . . . 50

**А. А. Кайдалов.** Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. — 456 с. . . . 50

**П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев.** Плазменная наплавка. 2007. — 292 с. . . . . 50

**А. Г. Потальевский.** Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с. . . . . 50

**Г. И. Лащенко, Ю. В. Демченко.** Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с. . . . . 40

**Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др.** Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с. . . . . 50

**З. А. Сидлин.** Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с. . . . . 80

**А. А. Кайдалов.** Современные технологии очистки поверхностей конструкционных материалов: научно-производственное издание. 2009. — 540 с. . . 60

**В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко.** Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. — 400 с. . . . . 50

**В. Н. Корж, Ю. С. Попиль.** Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010. — 194 с. . . 40

**Г. И. Лащенко.** Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с. . . . . 90

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 адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 66 или по факсу: (044) 287-6502.  
Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.  
**В 2012 г. цены на наши издания снижены на 20-30%.**

# 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».**

1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239
1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248
1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257
1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266
1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275
1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284
1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293
1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Подробный почтовый адрес: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 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 \_\_\_\_\_

## Тарифы на рекламу в 2013 г.

На внутренних страницах		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1 полоса	210×295	4000
1/2 полосы	180×125	2000
1/4 полосы	88×125	1000
На страницах основной обложки		
Страница	Размер, мм	Грн.*
1 (первая)	215×185	9000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	6000
2 и 7		5500
На страницах внутренней обложки		
Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*
3 (1 полоса)	210×295	5000
4 (1 полоса)	210×295	4800
5-6 (1 полоса)	210×295	4500
5-6 (1/2 полосы)	180×125	2300

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

Рекламная статья: 1 полоса (стр.) — 1500 грн.

### Прогрессивная система скидок

Количество подач	2	3	4	5	6
• Скидка	5%	10%	13%	17%	20%

Тарифы на рекламу универсальные — одинаковые для журналов «Сварщик» и «Сварщик в России». При размещении рекламно-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется дополнительная скидка 5%.

### Требования к оригинал-макетам

**Для макетов «под обрез»:**  
 формат журнала после обрезки 205×285 мм;  
 до обрезки 210×295 мм; **внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 20 мм.**  
**Цветные:** TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5-11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9-12, текст в кривых.  
**Сопроводительные материалы:** желательна распечатка с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать вышеуказанным.  
**Носители:** дискеты 3.5" — 2 копии файла или архива, или флэш-диск, или CD-ROM.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в №3 — до 15.05)

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**  
 тел./ф.: (0 44) **200-80-14**, (050) 413-98-86 (моб.)  
 e-mail: welder.kiev@gmail.com, tr@welder.kiev.ua  
 http://www.welder.kiev.ua/



Разработка, производство, внедрение

# СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Проволоки  
порошковые для  
сварки и наплавки,  
проволоки сплошные,  
электроды, флюс,  
наплавочные установки



ООО «НПФ «Элна» является разработчиком и производителем порошковых проволок для сварки и наплавки, а также представителем компаний WELDING ALLOYS GROUP (Англия) и HYUNDAI WELDING Co. Ltd (Южная Корея) в Украине



ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «Элна»  
ул. Антоновича, 69, г. Киев, 03150, Украина  
тел. (044) 200-80-25, 200-85-17, факс (044) 200-85-17  
e-mail: info@elna.com.ua www.elna.com.ua



- ▶ Сварочное оборудование и аксессуары
- ▶ Газовое оборудование для резки и сварки
- ▶ Средства индивидуальной защиты
- ▶ Средства технической химии
- ▶ Твердая и мягкая пайка
- ▶ Шлифовальные материалы
- ▶ Пилы и лентопильные станки
- ▶ Сварочное оборудование и подсобные комплектующие
- ▶ Сварочные материалы

Дистрибьюторы:

ООО "ВУТМАРК-УКРАИНА"  
г. Киев, ул. Плодовая, 16  
т./ф. +380 44 392 73 44  
info@wutmarc.com.ua  
www.wutmarc.com.ua

ПП УКРГАЗСЕРВИС-КОМПЛЕКС  
г. Киев ул. Окружная, 10  
тел. +380 (44) 222-72-95  
+380 (50) 446-93-76  
www.ugs.kiev.ua

ООО "ТДС",  
03127, г. Киев,  
пер. Коломиевский, 3/1  
тел. +380 44 596 93 75  
факс + 380 44 596 93 70;  
welding@welding.kiev.ua

ООО "ЭКОТЕХНОЛОГИЯ"  
г. Киев, 03150,  
ул. Антоновича (Горького), 62  
т./ф. +380 44 200 8056  
sales@et.ua  
www.et.ua

ООО ПНФ „ГАЛЭЛЕКТРОСЕРВИС“  
79034, г. Львов, ул. Навроцкого, 10 А  
тел. + 38 (032) 239-29-15, 239-29-16  
факс + 38 (032) 239-29-17  
ges@tsp.net.ua  
www.ges.lviv.ua



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,  
87-100 Торунь, Польша,  
т. +48 56 66-93-820  
ф. +48 56 66-93-805  
export@rywal.com.pl  
www.rywal.eu

НАША ПРОДУКЦИЯ ПОД ТОРГОВЫМИ МАРКАМИ MOST™ И GOLD™ СЕРТИФИЦИРОВАНА УКРСЕПРО.





# ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

**Украинское предприятие**  
ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.

На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT GmbH на соответствие требованиям стандарта ISO 9001:2008 и Государственного предприятия Научно-технический центр «СЕПРОЗ» при ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT).

Благодаря тесному сотрудничеству с ИЭС им. Е. О. Патона завод освоил производство сварочных флюсов **двойным рафинированием расплава**. Этот наиболее прогрессивный способ варки флюсов, защищенный патентами, существенно улучшил сварочно-технологические свойства флюсов при сохранении благоприятного соотношения качества и цены.



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

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АП, АН-47, АН-47Д, АН-47П, АН-60, АН-60М, ОСЦ-45, АНЦ-1А, ОСЦ-45 мелкой фракции.  
(ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

**СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ, силикатный модуль от 2,0 до 3,5.**  
Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

Продукция сертифицирована в НАКС, УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарте России, TUV Nord.

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

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

ПАО «Запорожстеклофлюс»  
Украина, 69035, г. Запорожье,  
ГСП-356, ул. Диагональная, 2.  
Отдел внешнеэкономических  
связей и маркетинга

Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350  
Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041  
E-mail: [market@steklo.zp.ua](mailto:market@steklo.zp.ua)  
<http://www.steklo-flus.com>

Официальный представитель ПАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации  
**ЗАО «ЕвроЦентр», г. Москва.** Отгрузка со складов Москвы, Курска.  
Тел. (495) 646-2755, 988-3897 — Коваленко Людмила Викторовна,  
Кащавцев Владимир Викторович, Кащавцев Юрий Викторович

**Ведущий специализированный  
производитель порошковых проволок  
для сварки, наплавки и напыления.**



Производственная база  
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» это  
единственный на Украине  
комплекс с полным техноло-  
гическим циклом изготовления  
порошковых проволок мощно-  
стью до 5000 тн/год.

*Качество продукции  
подтверждается  
количеством партнеров.*

03680, г.Киев, Украина,  
ул.Боженко 15, оф.303.507

тел.(044) 200-86-97  
факс.(044) 200-84-85

[office@veldtec.ua](mailto:office@veldtec.ua)  
[www.veldtec.ua](http://www.veldtec.ua)

