

THE LINDE GROUP

Linde



## Сварочная смесь Corgon® — прогрессивная замена двуокиси углерода!

- Улучшение качества продукции.
- Высокие прочностные и динамические характеристики сварного соединения.
- Экономия сварочной проволоки до 30%.
- Увеличение скорости сварки.



### ПАО «Линде Газ Украина»

**Головной офис, г. Днепропетровск:** ул. Кислородная, 1  
**Филиал в г. Киев:** ул. Лебединская, 36  
**Филиал в г. Донецк:** ул. Баумана, 11  
**Филиал в г. Калуш:** ул. Промышленная, 4

тел./факс: (0562) 35-12-25, (067) 565-62-90  
тел./факс: (044) 507-23-69  
тел./факс: (062) 310-19-91  
тел./факс: (034) 259-13-00

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

# СпецЭлектрод

# СпецЭлектрод

## Искусства объединяют...

СпецЭлектрод  
для ручной дуговой сварки

Тел.: (495) 739-50-84, 739-50-85, 739-50-88, Факс: (495) 739-50-89  
URL: [www.spetsselectrode.ru](http://www.spetsselectrode.ru)  
E-Mail: [postmaster@spetsselectrode.ru](mailto:postmaster@spetsselectrode.ru)

СпецЭлектрод  
для ручной дуговой сварки

Тел.: (495) 739-50-84, 739-50-85, 739-50-88, Факс: (495) 739-50-89  
URL: [www.spetsselectrode.ru](http://www.spetsselectrode.ru)  
E-Mail: [postmaster@spetsselectrode.ru](mailto:postmaster@spetsselectrode.ru)

СпецЭлектрод  
Электроды покрытые для ручной дуговой сварки

Россия, г. Москва, Тел.: (495) 739-50-84, 739-50-85, 739-50-88, Факс: (495) 739-50-89  
URL: [www.spetsselectrode.ru](http://www.spetsselectrode.ru)  
E-Mail: [postmaster@spetsselectrode.ru](mailto:postmaster@spetsselectrode.ru)

**Сварочные электроды**

**Генеральный дистрибьютер ООО «НПП «Сварка Евразии»**

**Москва**

ул. Перовская, 71  
+7 (495) 370-09-16  
+7 (495) 370-17-24  
+7 (495) 370-38-84  
+7 (495) 739-50-84  
+7 (495) 739-50-85

**Санкт-Петербург**

наб. Обводного канала, 120  
+7 (812) 324-71-34  
+7 (812) 324-71-35

**Екатеринбург**

ул. Черняховского, 68  
+7 (343) 258-22-92  
+7 (343) 263-86-33

URL: [www.spetsselectrode.ru](http://www.spetsselectrode.ru)

E-Mail: [postmaster@spetsselectrode.ru](mailto:postmaster@spetsselectrode.ru)



1 (89) 2013

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

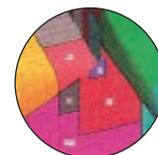
информационно-технический журнал  
**Сварщик**®

Технологии  
Производство  
Сервис

1-2013

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |   |    |
|--|---|----|
|  | <b>Новости техники и технологий</b> .....   | 4  |
|  | <b>Производственный опыт</b>  |    |
|  | Опыт эффективного упрочнения деталей, подвергающихся абразивному изнашиванию. <i>А.А. Гаврилов</i> .....  | 6  |
|  | <b>Технологии и оборудование</b>  |    |
|  | Технологические возможности двухдуговой комбинированной сварки «плазма+МАГ». <i>В.М.Илюшенко, А.В. Ганчук, А.Н. Слободян, Д.Н. Степченко</i> .....  | 8  |
|  | Основы разработки технологии сварки плавлением. 1. Способы сварки. <i>Г.И.Лашенко</i> .....   | 13 |
|  | Технология ремонта буровых платформ с помощью сварки — анализ использования методов МКЭ. <i>Z.Mirski, P.Krasnodebski</i> .....  | 16 |
|  | Установки для нагрева крупногабаритных деталей и сварных металлоконструкций. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко, Т.Б. Золотопупова</i> ..... | 22 |
|  | <b>Наши консультации</b> .....  | 26 |
|  | <b>Зарубежные коллеги</b> .....   | 28 |
|  | <b>Экономика сварочного производства</b>  |    |
|  | Роботизация современного промышленного производства. <i>О.К. Маковецкая</i> .....   | 30 |
|  | <b>Подготовка кадров</b>  |    |
|  | Аттестация персонала и... фальшивый диплом IWE. <i>Е.П.Чвертко</i> .....  | 36 |
|  | Киевский городской конкурс мастеров производственного обучения по сварке учреждений профессионально-технического образования. <i>А.А. Кайдалов</i> .....  | 39 |
|  | X Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Бенардоса» .....   | 40 |
|  | <b>Выставки и конференции</b>   |    |
|  | XI Международный промышленный форум .....   | 42 |
|  | Календарь выставок на 2013 г. ....  | 44 |
|  | <b>Страницы истории</b>   |    |
|  | К 80-летию первой публикации о подводной сварке. <i>С.Ю.Максимов</i> .....  | 48 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Новини техніки й технологій</b> .....  | 4  |
| <b>Виробничий досвід</b>  |    |
| • Досвід ефективного зміцнення деталей, що піддаються абразивному зношуванню. <i>А.А.Гаврилов</i> .....   | 6  |
| <b>Технології й устаткування</b>  |    |
| • Технологічні можливості дводугового комбінованого зварювання «плазма+ МАГ». <i>В.М. Ілюшенко, А.В. Ганчук, А.Н. Слободян, Д.Н. Степченко</i> .....  | 8  |
| • Основи розробки технології зварювання плавленням.<br>1. Способи зварювання. <i>Г.І. Лашенко</i> .....   | 13 |
| • Технологія ремонту бурових платформ за допомогою зварювання — аналіз використання методів МКЕ. <i>Z. Mirski, P. Krasnodebski</i> .....  | 16 |
| • Установки для нагрівання великогабаритних деталей і зварних металоконструкцій. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лисенко, С.А. Чумақ, С.Л. Зеленський, В.А. Белінський, С.Л. Василенко, А.І. Коровченко, Т.Б. Золотопупова</i> ..... | 22 |
| <b>Наші консультації</b> .....  | 26 |
| <b>Зарубіжні колеги</b> .....   | 28 |
| <b>Економіка зварювального виробництва</b>  |    |
| • Роботизація сучасного промислового виробництва. <i>О.К. Маковецька</i> .....  | 30 |
| <b>Підготовка кадрів</b>  |    |
| • Атестація персоналу й... фальшивий диплом IWE. <i>Є.П.Чвертко</i> .....   | 36 |
| • Київський міський конкурс майстрів виробничого навчання по зварюванню установ професійно-технічної освіти. <i>А.А.Кайдалов</i> .....  | 39 |
| • X Міжнародний конкурс зварників «Золотий кубок Бенардоса».....  | 40 |
| <b>Виставки й конференції</b>   |    |
| • XI Міжнародний промисловий форум.....   | 42 |
| • Календар виставок на 2013 р.....  | 44 |
| <b>Сторінки історії</b>   |    |
| • До 80-річчя першої публікації про підводне зварювання. <i>С.Ю.Максимов</i> .....  | 48 |

## CONTENT

|  |    |
|--|----|
| <b>News of technique and technologies</b> .....  | 4  |
| <b>Production experience</b>   |    |
| • Experience of effective hardening of details exposed abrasive wear process. <i>A.A.Gavrilov</i> .....  | 6  |
| <b>Technologies and equipment</b>  |    |
| • Technological opportunities of the two-arc combined welding «plasma+ MAG». <i>V.M.Ilyushenko, A.V.Ganchuk, A.N.Slobod'an, D.N.Stepchenko</i> .....   | 8  |
| • Bases of development of technology of fusion welding.<br>1. Ways of welding. <i>G.I.Lashchenko</i> .....   | 13 |
| • Technology of repair of chisel platforms with the help of welding — analysis of use of finite element methods (FEM). <i>Z. Mirski, P. Krasnodebski</i> .....   | 16 |
| • Plants for heating large-sized details and welded metal constructions. <i>V.M.Litvinov, Yu.N.Lisenko, S.A.Chumak, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, A.I.Korovchenko, T.B.Zolotopupova</i> ..... | 22 |
| <b>Our consultations</b> .....   | 26 |
| <b>The foreign colleagues</b> .....  | 28 |
| <b>Economy of welding manufacture</b>  |    |
| • Robotization of advanced industrial manufacture. <i>O.K.Makovetskaya</i> .....   | 30 |
| <b>Training of personnel</b>   |    |
| • Certification of the personnel and... the false diploma IWE. <i>E.P.Chvertko</i> .....   | 36 |
| • The Kiev urban competition of the foremen of industrial training on welding establishments of industrial-technical education. <i>A.A.Kaydalov</i> .....  | 39 |
| • X International competition of the welders «Gold cup of Benardos».....   | 40 |
| <b>Exhibitions and conferences</b>   |    |
| • XI International industrial forum.....   | 42 |
| • Calendar of exhibitions on 2013.....   | 44 |
| <b>Pages of a history</b>  |    |
| • To 80-years of the first publication about underwater welding. <i>S.Yu.Maksimov</i> .....  | 48 |

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 6502

**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  
e-mail: ctt94@mail.ru  
www.welder.msk.ru

**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@amata.lt

**Представительство в Болгарии**

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

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать 12.02.2013. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 3148 от 12.02.2013. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2013.

Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2013

## Опыт эффективного упрочнения деталей, подвергающихся абразивному изнашиванию



*А.А.Гаврилов*

Освещен опыт износостойкой наплавки быстроизнашивающихся деталей смесителя модели WM2-70 фирмы KUNKEL-WAGNER (Германия) вместимостью до 2000 кг, предназначенного для подготовки песчано-глинистых формовочных смесей для литейного производства. Разработанная технология может иметь практическое применение для наплавки различных деталей и оборудования.

## Технологические возможности двухдуговой комбинированной сварки «плазма+МАГ»

*В.М. Илюшенко, А.В. Ганчук, А.Н. Слободян, Д.Н. Степченко*

Рассмотрены результаты выполненных в ИЭС им. Е.О.Патона исследований по изучению технологических возможностей комбинированного процесса двухдуговой сварки. Даны режимы комбинированной сварки, особенности применяемых плазмотрона и МАГ-горелки. Приведена схема сварки с использованием комбинированного процесса «плазма + МАГ».

## Основы разработки технологии сварки плавлением

*Г.И. Лащенко*

Рассмотрены основные способы сварки, различающиеся по характеру защиты, особенностям введения теплоты, степени автоматизации процесса. Дана классификация способов сварки плавлением. Приведены способы дуговой сварки плавящимся электродом, которые могут быть осуществлены путем применения различных методов защиты зоны сварки и вариантов питания дуги.

## Технология ремонта буровых платформ с помощью сварки — анализ использования методов МКЭ

*Z. Mirski, P. Krasnodebski*

В статье польских специалистов рассмотрены материалы для изготовления офшорных конструкций, технология подводных работ. Приведены примеры ремонта морских плавающих платформ и критерии выбора способа ремонтных работ.

## Установки для нагрева крупногабаритных деталей и сварных металлоконструкций

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко, Т.Б. Золотопупова*

Описано разработанное ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» и ПАО «НКМЗ» и внедренное в производство новое оборудование для нагрева крупногабаритных заготовок и металлоконструкций. Приведены характеристики газозвушных горелок; установок для термической правки сварных металлоконструкций; для предварительного и сопутствующего подогрева при наплавке поверхности тел вращения массой до 100 т; для разогрева стаканов-дозаторов промежуточного ковша МНЛЗ; для подогрева прокатных валков перед наплавкой и др.

## Роботизация современного промышленного производства

*О.К. Маковецкая*

Дан обзор рынка промышленных роботов (ПР) за 2011 г. Приведено количество ежегодных продаж ПР; общая их численность (парк) всех типов и назначений в регионах мира в 2010–2011 гг. и прогноз на 2012 и 2015 гг.; количество ежегодно устанавливаемых и общая численность сварочных ПР всех типов и назначений в мире в 2008–2010 гг. Дана оценка уровня роботизации отраслей общего машиностроения по объему годовых продаж ПР в 2011 г.

## Досвід ефективного зміцнення деталей, що піддаються абразивному зношуванню



*А.А.Гаврилов*

Висвітлено досвід зносостійкого наплавлення швидкозношуваних деталей змішувача моделі WM 2-70 фірми KUNKEL-WAGNER (Німеччина) місткістю до 2000 кг, призначеного для підготовки піщано-глинистих формувальних сумішей для литейного виробництва. Розроблена технологія може мати практичне застосування для наплавлення різних деталей і встаткування.

## Технологічні можливості дводугового комбінованого зварювання «плазма+МАГ»

*В.М. Ілюшенко, А.В. Ганчук, А.Н. Слободян, Д.Н. Степченко*

Розглянуто результати виконаних в ІЕЗ ім. Є.О.Патона досліджень по вивченню технологічних можливостей комбінованого процесу дводугового зварювання. Дано режими комбінованого зварювання, особливості застосовуваних плазмотрона і МАГ-пальника. Наведена схема зварювання з використанням комбінованого процесу «плазма + МАГ».

## Основы розробки технології зварювання плавленням

*Г.І.Лащенко*

Розглянуто основні способи зварювання, що розрізняються за характером захисту, особливостями введення теплоти, ступенем автоматизації процесу. Дано класифікацію способів зварювання плавленням. Наведено способи дугового зварювання електродом, що плавиться, які можуть бути здійснені шляхом застосування різних методів захисту зони зварювання й варіантів живлення дуги.

## Технологія ремонту бурових платформ за допомогою зварювання — аналіз використання методів МКЕ

*Z. Mirski, P. Krasnodebski*

У статті польських фахівців розглянуто матеріали для виготовлення офшорних конструкцій, технологія підводних робіт. Наведено приклади ремонту морських плаваючих платформ і критерії вибору способу ремонтних робіт.

## Установки для нагрівання великогабаритних деталей і зварних металлоконструкцій

*В.М. Литвинов, Ю.Н. Лисенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленський, В.А. Белінський, С.Л. Василенко, А.І. Коровченко, Т.Б. Золотопупова*

Описано розроблене ТОВ «НИИПТмаш-Опытный завод» і ПАТ «НКМЗ» та впроваджене у виробництво нове обладнання для нагрівання великогабаритних заготовок і металлоконструкцій. Наведено характеристики газоповітряних пальників; установок для термічного виправлення зварних металлоконструкцій; для попереднього й супутнього підігріву при наплавленні поверхні тіл обертання масою до 100 т; для розігріву склянок-дозаторів проміжного ковша МНЛЗ; для підігріву прокатних валків перед наплавленням і ін.

## Роботизація сучасного промислового виробництва

*О.К. Маковецкая*

Дано огляд ринку промислових робіт (ПР) за 2011 р. Наведена кількість щорічних продажів ПР; загальна їхня чисельність (парк) всіх типів і призначень у регіонах миру в 2010–2011 рр. та прогноз на 2012 і 2015 рр.; кількість щорічно встановлюваних і загальна чисельність зварювальних ПР всіх типів і призначень у світі в 2008–2010 рр. Дано оцінку рівня роботизації галузей загального машинобудування за обсягом річних продажів ПР в 2011 р.

## Прибор ТТФ+ для неразрушающего контроля трубопроводов

Прибор ТТФ+ для неразрушающего контроля трубопроводов компании Plant Integ-



### Техническая характеристика:

|  |   |
|--|---|
| Диаметр трубы, мм  | 38–800  |
| Толщина трубы, мм  | 44  |
| Допустимая температура поверхности трубы, °С                   | От –20 до +125                                |
| Материал труб  | Перлитная, аустенитная сталь и другие металлы |
| Минимальный зазор для установки кольца с преобразователями, мм | 65<br>(42 мм для колец MiniTest)              |
| Время на сбор и анализ данных для одного положения кольца, мин | 15  |
| Тип используемых волн  | Продольные и торсионные (крутильные)          |
| Разрешающая способность  | 100 мм<br>вдоль трубы                         |
| Минимальная чувствительность                                   | 2%<br>площади поперечного сечения трубы       |
| Регулировка коэффициента усиления, дБ                          | 1–120 с шагом 1 дБ                            |
| Стандартная зона контроля от места установки, м                | ±30<br>(при идеальных условиях до ±180)       |
| Производительность, м/день                                     | От 500  |

city Ltd. (Великобритания), в основу действия которого положен длинноволновый метод LRUT (Long Range Ultrasonic Technology) позволяет проводить 100% контроль труб без снятия изоляции и обнаруживать такие дефекты, как коррозия, эрозия, кольцевые трещины на внутренней и внешней поверхности трубы.

Для проведения контроля необходим доступ к небольшому участку трубы без изоляции (0,5 м) для установки кольца с ультразвуковыми преобразователями, которые создают сплошной фронт волны, обеспечивающий 100% покрытие окружности трубы. Контроль проводят без использования контактной жидкости, через краску, зачистка поверхности не требуется. Акустический контакт обеспечивается кольцом со встроенной надувной камерой путем прижатия преобразователей к трубе.

Результаты контроля сохраняют в компьютере для дальнейшего анализа, составления отчетов, создания базы данных сигналов.

Система для диагностики трубопроводов ТТФ+ внесена в Государственный реестр средств измерений и допущена к применению в Российской Федерации.

В состав системы входят:

- электронный блок;
- ноутбук с установленным программным обеспечением WaveScan для управления прибором и анализа результатов контроля;
- модули с преобразователями;
- кольца со встроенной надувной камерой для крепления модулей.

Диагностика с помощью прибора ТТФ+ имеет следующие преимущества:

- возможность контроля трубопроводов без снятия изоляции и без вывода их из эксплуатации;
- 100 % контроль материала трубы;
- возможность фокусировки ультразвуковой волны для оценки распределения коррозии по окружности трубопровода;
- контроль участков труб, для которых стандартные методы контроля не применимы (контроль трубопроводов под дорогами, реками, труб в стенах и т. п.);
- встроенный аккумулятор рассчитан на 12 ч непрерывной работы;
- автоматический расчет параметров контроля в зависимости от размеров трубы;
- автоматическая самопроверка перед проведением контроля.

● #1301

ООО «Панатест» (Москва)

## Установка для автоматической МИГ/МАГ сварки кольцевых швов осветительных опор

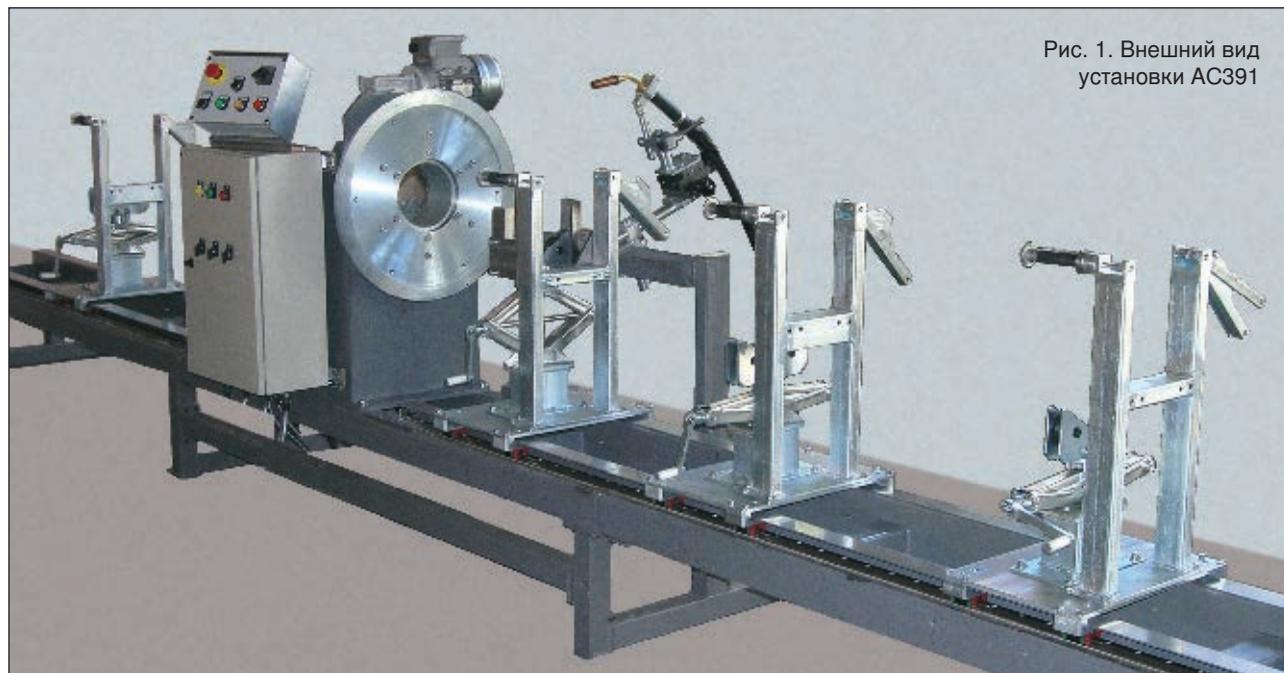


Рис. 1. Внешний вид установки АС391

Установка АС391 предприятия «НАВКО-ТЕХ» предназначена для автоматической дуговой сварки плавящимся электродом поворотных кольцевых швов соединений элементов осветительных опор и подобных им изделий длиной до 8 000 мм, изготавливаемых из труб с наружным диаметром от 42 до 159 мм (рис. 1).

Свариваемые элементы укладывают на регулируемые по высоте ложементы, конструкция которых обеспечивает прямолинейность и соосность изделий, свариваемых из труб разных диаметров. Вращательный момент передается к изделию токарным патроном, закрепленным на планшайбе. Вращатель имеет полый вал, отверстие в котором позволяет пропускать через него трубы всех диаметров.

После выполнения очередного шва, сваренные элементы изделия перемещают вручную вдоль его оси. Это позволяет выполнять сварку всегда в одной зоне вблизи точки фиксации на планшайбе.

Сварочная горелка может быть быстро переориентирована для сварки как стыковых соединений труб, так и угловых швов соединений труб с фланцами (рис. 2).

Подвод горелки в зону сварки и ее отвод выполняется пневмоприводом.

Установка обеспечивает:

- программное управление всеми механизмами и устройствами оборудования, а



Рис. 2. Кольцевой шов соединения трубы с фланцем

также диагностику их состояния от контроллера;

- контроль положения горелки, планшайбы вращателя и давления в пневмосети;
- возможность быстрой переналадки механизмов установки под сварку труб разного диаметра и длины;
- возможность установки прихватки в точке, противоположной точке начала сварки кольцевого шва, при сборке свариваемых элементов.

Установка АС391 изготовлена по заказу и эксплуатируется на ООО «СЛАВСВЕТ» (Симферополь).

• #1302

[www.navko-teh.kiev.ua](http://www.navko-teh.kiev.ua)

# Опыт эффективного упрочнения деталей, подвергающихся абразивному изнашиванию

А.А. Гаврилов, ПАО «Кременчугский сталелитейный завод»

На литейных предприятиях для получения качественных отливок важное значение имеет подготовка формовочных смесей, которая осуществляется в специальных смесителях. При работе детали смесителей подвергаются интенсивному изнашиванию потоками абразивных масс. Детали защищают от изнашивания нанесением на них износостойкого покрытия. При этом от выбора наплавочных материалов зависят продолжительность работы деталей и межремонтный период эксплуатации оборудования.

В настоящей статье освещен опыт износоустойчивой наплавки быстроизнашивающихся деталей смесителя модели WM2-70 фирмы KUNKEL-WAGNER (Германия) вместимостью до 2000 кг. Смеситель предназначен для подготовки песчано-глинистых формовочных смесей для литейного производства.

Корпус смесителя представляет собой емкость, в нижней части которой установлен центральный трехлопастной узел вращения. Каждая лопасть (рис. 1) состоит из пяти сменных элементов — быстроизнашивающихся листов. Имеются также две верхние турбины с легко заменяемыми лопатками. Цикл перемешивания составляет 200 с. Смеситель обеспечивает непрерывный режим работы формовочных линий. В процессе эксплуатации наибольшему изнашиванию подвергаются внешние кромки лопаток (рис. 2) и быстроизнашивающихся листов, изготовленных из низкоуглеродистой стали. С целью их защиты рабочие кромки наплавлены износостойким материалом (рис. 3).

Как показала практика, общая степень износа деталей не позволяет выполнить их восстановление путем повторной наплавки, а требует только замены. Наплавка является ключевым фактором, так как интенсивность воздействия абразива такова, что деталь без наплавки может проработать не более суток. Ресурс работы оригинальных деталей смесителя — около одного года, что говорит о применении специального наплавочного материала с высокой стойкостью к абразивному изнашиванию.

Была поставлена задача изготовления быстроизнашивающихся деталей смесителя (рис. 4) собственными силами. Для этого разработана конструкторская документация на изготовление деталей с применением электродуговой наплавки. В работе использовались наплавочные электроды отечественного производства марки Т-620, а также их зарубежные аналоги UTP Ledurit 61. Срок службы наплавленных деталей соста-



Рис. 1. Лопасть центрального узла вращения смесителя WM2-70



Рис. 2. Степень износа лопаток смесителя: вверху — лопатка, наплавленная Technodur GN через 3 месяца эксплуатации; внизу — лопатка, наплавленная электродом Т-620, через 1 неделю эксплуатации

вил в среднем: для Т-620 — 1 неделю, для электродов Ledurit — 1 месяц. Была выполнена экспериментальная наплавка сормайтом, но результат оказался на уровне электродов Т-620. Полученные результаты по стойкости значительно уступали стойкости оригинальных деталей смесителя.

Успешным решением стало опробование нового наплавочного материала Technodur GN французской компании Technogenia. Компания специализируется в области производства износостойких покрытий с повышенным содержанием карбида вольфрама, а также разрабатывает технологии их нанесения на металлические поверхности для защиты или восстановления эксплуатируемого оборудования.

Применяемый материал представляет собой гибкий шнур диаметром от 4 до 8 мм. Шнур состоит из проволочного сердечника с нанесенным на него толстым слоем карбида вольфрама на основе никель-хромовой матрицы. Технология наплавки достаточно проста и не требует специальной профессиональной подготовки. На поверхность детали материал наносится путем его расплавления пламенем ацетилено-кислородной горелки.

В работе применялась горелка средней мощности марки ГЗ для газовой сварки с наконечником №4. Диаметр используемого гибкого шнура Technodur GN 6 мм. Толщина наплавленного слоя 2–4 мм. При этом для улучшения процесса наплавки обязательным условием является тщательная предварительная подготовка поверхности детали путем зачистки ее до металлического блеска. Наличие окалины и любых других загрязнений существенно усложняют процесс наплавки.

**Режимы наплавки:**

Давление, МПа:

кислорода ..... 0,5

ацетилена ..... 0,05

Коэффициент расхода материала ..... 1,0

Ориентировочный расход

материала Technodur GN

диаметром 6 мм, кг/см<sup>2</sup> ..... 0,0025

Наплавленная поверхность обеспечивает твердость по Виккерсу 1800–2200. В итоге фактический срок службы деталей около 10 мес, что стало сопоставимым со сроком службы оригинальных деталей. При осмотре деталей после эксплуатации в течение этого срока было установлено, что степень износа наплавленных поверхностей незначительна.



Рис. 3. Рабочие кромки лопатки, наплавленные материалом Technodur GN



Рис. 4. Быстроизнашивающийся лист с наплавкой рабочей кромки, выведенный из эксплуатации после чрезмерного износа основной поверхности

С целью определения возможности внедрения данного материала выполнен экономический расчет и, несмотря на сравнительно высокую его стоимость, получен положительный результат. Внедрение материала Technodur GN позволило в целом значительно снизить затраты, связанные с обслуживанием смесителей. По результатам исследований и расчетов была разработана технология наплавки и принято решение о ее применении для деталей других видов оборудования.

● #1303

# Технологические возможности двухдуговой комбинированной сварки «плазма+МАГ»

В.М. Илюшенко, канд. техн. наук, А.В. Ганчук, А.Н. Слободян, Д.Н. Степченко,  
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

*Одним из перспективных направлений повышения эффективности и расширения технологических возможностей дуговой сварки является применение комбинированных и гибридных источников сварочного нагрева. Это, в первую очередь, использование различных комбинаций дуг с плавящимся и неплавящимся электродами, а также гибридные способы с применением высококонцентрированных источников теплоты, таких как лазерный и электронный луч или сжатая (плазменная и микроплазменная) дуга.*

В настоящей работе приведены результаты выполненных в ИЭС им. Е.О. Патона исследований по изучению технологических возможностей комбинированного процесса двухдуговой сварки, сущность которого заключается в следующем (рис. 1).

Первая по ходу движения сжатая дуга прямого действия (плазменная сварка) обеспечивает сквозное проплавление при-

тупления кромок и формирование корневого шва на весу. Расположенная на определенном расстоянии  $L$  вторая дуга плавящегося электрода (МАГ-процесс) служит для заполнения разделки и формирования шва в целом. Такое тандемное расположение горелок обусловлено необходимостью исключить магнитное взаимодействие дуг и возможность забрызгивания и засорения плазмотрона.

Экспериментальные исследования выполняли на стенде, оборудованном:

- плазмотроном для сварки типа ПЛЗ7-01, обеспечивающем выполнение плазменной сварки на токах до 350 А (разработан и изготовлен в ИЭС им. Е.О. Патона);
- горелкой для сварки в защитном газе типа ГС-01 на один электрод или ГС-02 (на два электрода) с универсальным по-

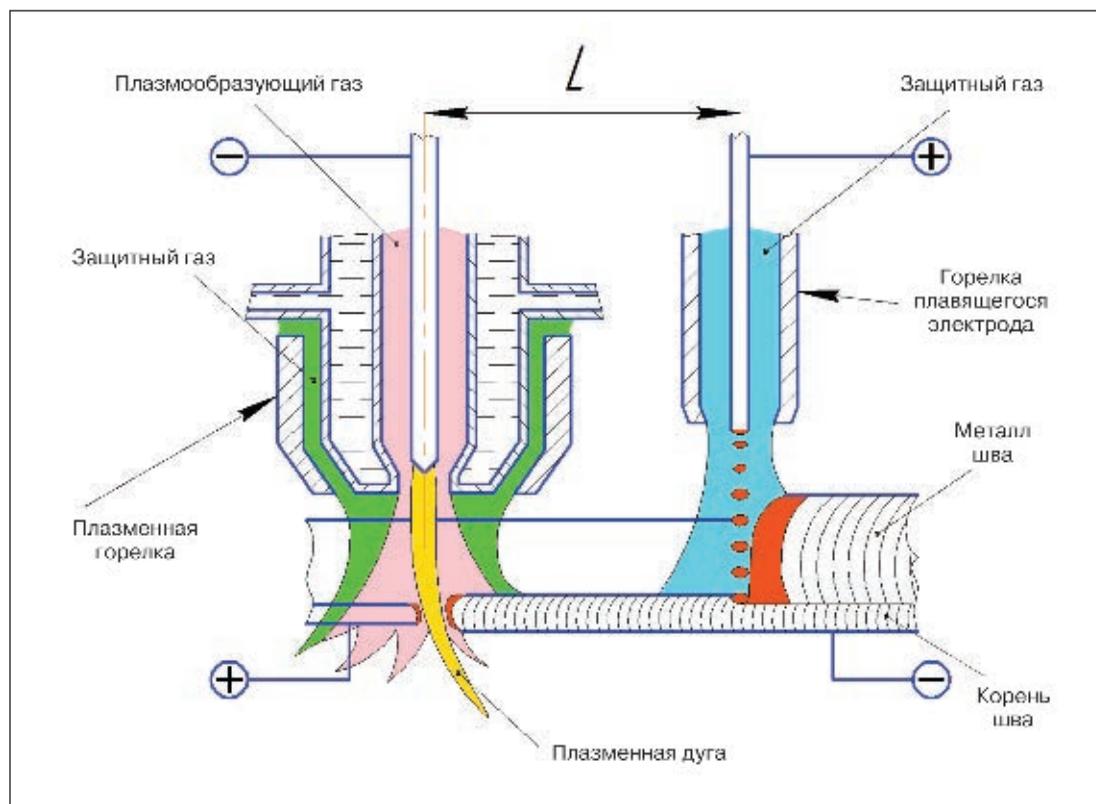


Рис. 1.  
Схема комбинированной сварки «плазма + МАГ»



Рис. 2. Внешний вид и макрошлиф стыкового шва

дающим механизм, обеспечивающим подачу одной или двух электродных проволок в плавно регулируемом диапазоне 100–1000 м/ч (разработаны и изготовлены в ИЭС им. Е.О. Патона);

- подвижным сварочным столом для закрепления свариваемого образца и перемещения его с плавной регулировкой скорости сварки в диапазоне до 60 м/ч;
- сварочным выпрямителем типа ВД506-ДК с падающими характеристиками и плавной регулировкой силы тока для питания плазменной дуги;
- источником питания дежурной дуги плазмотрона (разработан и изготовлен в ИЭС им. Е.О. Патона);
- инверторным сварочным выпрямителем типа ВИСв-600 с жесткими внешними характеристиками и плавной регулировкой силы тока в диапазоне 50–600 А для питания МАГ-дуги (совместная разработка ООО «Сварконтакт» и ИЭС им. Е.О. Патона);
- измерительно-регистрационным комплексом для записи и анализа параметров процесса сварки на базе АЦП ADA-1406;
- пультом управления и индикации;
- газовой аппаратурой для регулировки расхода плазмообразующего и защитного газов.

В качестве плазмообразующего газа использовали аргон, в качестве защитного газа при плазменной сварке — аргон и смесь MIX-1, при МАГ-сварке — углекислый газ CO<sub>2</sub> и смесь MIX-1. При МАГ-процессе применяли омедненную сварочную проволоку Св-08Г2С диаметром 1,2–2,0 мм. Материал свариваемых образцов — низкоуглеродистая горячекатаная сталь Ст20, 09Г2С и др. толщиной 6–20 мм.

В результате исследований установлено, что комбинированный процесс сварки «плазма+МАГ» может быть использован

исключительно для сварки односторонних стыковых соединений. Это обусловлено тем, что плазменная дуга, которая работает в режиме сквозного проплавления (key-hole), требует свободного выхода плазмы в корневой части шва. Таким образом, данный процесс можно использовать при сварке стыковых швов двух типов: прямолинейные на горизонтальной плоскости и кольцевые поворотные швы трубных соединений.

Диапазон толщин свариваемого металла находится в пределах от 6 до 16 мм. Это связано с тем, что при меньших толщинах комбинированная сварка «плазма + МАГ» неэкономична (применяют традиционные однодуговые процессы), а при больших — трудно обеспечить качественную плазменную сварку корневого шва на большом вылете.

Техника комбинированного процесса предусматривает, что начало и окончание сварки стыковых швов выполняют на выводных планках. Толщина выводных планок равна величине притупления, а их длина должна быть на 20–30 мм больше размера  $L$  (см. рис. 1). На кольцевых швах выполняют стандартное перекрытие с заваркой кратера МАГ-дугой.

Стыковые швы сваривали на образцах с V-образной разделкой с углом раскрытия кромок  $70 \pm 5^\circ$  и притуплением, величина которого устанавливалась из расчета оптимального режима работы плазменной дуги и в зависимости от толщины свариваемых листов и составила 3–5 мм.

Особенностью данного комбинированного процесса является то, что скорость сварки всецело определяется условиями формирования корневого шва и, как показали опыты, находится в пределах 16–20 м/ч. На рис. 2 показан внешний вид и макрошлифы шва на металле толщиной 12 мм, выполненного с помощью данного процесса. Рабо-

Таблица. Режимы комбинированной сварки

| Толщина свариваемого материала $\delta$ , мм | Притупление $h$ , мм | Скорость сварки $v$ , м/ч | Плазма-процесс |                   | МАГ-процесс |         | Примечания                     |
|--|----------------------|---------------------------|----------------|-------------------|-------------|---------|--------------------------------|
|  |                      |                           | $I$ , А        | Диаметр сопла, мм | $I$ , А     | $U$ , В |                                |
| 8  | 3                    | 20                        | 160            | 3,0               | 200         | 24      | Один электрод диаметром 1,2 мм |
| 10   | 3                    | 19                        | 170            | 3,0               | 190         | 25      | Один электрод диаметром 2,0 мм |
| 12   | 3                    | 16                        | 180            | 3,0               | 230         | 26      |                                |
| 12   | 4                    | 19                        | 210            | 3,0               | 275         | 26      | Два электрода диаметром 1,2 мм |
| 14   | 4                    | 16                        | 230            | 3,2               | 310         | 28      |                                |
| 16   | 4                    | 16                        | 245            | 3,2               | 350         | 29      |                                |

Рис. 3. Моноблок горелок для комбинированной сварки «плазма + МАГ»



Рис. 4. Зетобразный профиль, сваренный с помощью комбинированного процесса

таные режимы сварки металла толщиной 8–16 мм приведены в *таблице*.

Для реализации двухдуговой комбинированной сварки «плазма + МАГ» разработано специализированное оборудование. Особенности применяемого сварочного плазмотрона ПЛЗ7-01 являются:

- качественное охлаждение сопла без непосредственного контакта с водой;
- повышенная стойкость к загрязнению брызгами и сварочными аэрозолями;
- ориентация на свариваемый стык с помощью лазерного указателя.

Плазмотрон и МАГ-горелка объединены в один моноблок (*рис. 3*), который можно крепить на сварочном автомате, тракторе или роботе.

Применение в составе моноблока одной или двухэлектродной МАГ-горелки связано с тем, что при необходимости заполнения разделки большим количеством присадочного металла сварка одной проволокой, расположенной по оси шва, может привести к прожогам корневого слоя. Две проволоки, расположенные поперек шва на расстоянии 5–7 мм друг от друга и работающие от одного источника в режиме расщепленного электрода, устраняют эту опасность и обеспечивают необходимое формирование шва.

Двухдуговая сварка с использованием комбинированного процесса успешно опробована на макетном образце стыкового соединения зетового профиля, используемого при изготовлении хребтовых балок железнодорожных полувагонов (*рис. 4*). По сравнению с применяемой в настоящее время технологией многопроходной механизированной сварки комбинированный процесс однопроходной сварки обеспечивает повышение производительности в 2,5–3 раза.

Таким образом, использование комбинированной сварки «плазма + МАГ», сочетающей два одновременно действующих источника сварочного нагрева, расширяет технологические возможности однопроходной сварки металла средних толщин (до 16 мм), обеспечивает повышение производительности сварочных работ и может быть рекомендовано для широкого применения при производстве сварных конструкций в различных отраслях промышленности. ● #1304



## ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК ДЛЯ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ

Производственная база ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» это единственный на Украине комплекс с полным технологическим циклом изготовления порошковых проволок мощностью 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  
www.veldtec.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 „ГАЛЕЛЕКТРОСЕРВИС“  
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.

VISTEC ВИСТЕК



- **Производство электродов:**  
АНО-4; АНО-21; АНО-36; VISWELD E6013  
MP-3; УОНИ 13/45; УОНИ 13/55

ул. Артема, 6, г. Артемовск,  
Донецкая область, 84500, Украина  
Тел.: +38 (062) 340-19-11, 341-13-42; (0627) 44-02-50  
Факс: +38 (062) 340-19-10; +38 (0627) 44-02-50  
e-mail: office@vistec.dn.ua  
[www.vistec.com.ua](http://www.vistec.com.ua)



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

- Установки для термообработки сварных соединений серии VAJ™, VAS™, Standard™, Standard Europa™.
- Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.
- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.
- Печи в ассортименте.
- 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.



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)

MENDOL  
WELDING

Сварочные электроды  
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



**М** ООО «МЕНДОЛ»

51931, Днепропетровская обл.,  
г. Днепродзержинск, ул. Садовая, 87-б  
Тел./факс (0569) 53-47-66, 53-47-69  
E-mail: en\_fleur@mail.ru

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



**ТРИАДА  
СВАРКА**

FRANUS ABICOR BINZEL ASKAYNAK SELMA  
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

тел.: (061) 220-00-79  
(061) 213-22-69  
факс: (061) 233-10-58  
(0612) 34-36-23

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

тел.: (056) 375-65-83  
(050) 322-50-03

[sales@triada-welding.com](mailto:sales@triada-welding.com)

[www.triada-welding.com](http://www.triada-welding.com)

# Основы разработки технологии сварки плавлением

## 1. Способы сварки

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

*Сварка плавлением — это сварка, осуществляемая местным расплавлением всех или одной из соединяемых заготовок путем нагрева без применения давления.*

В общем виде технологию сварки можно представить как совокупность способов и приемов, используемых для получения неразъемного соединения заготовок.

В разделе 4. Технология зваривания ДСТУ 3761.3-98 дано определение ряда терминов, относящихся к приемам сварки: обратноступенчатая сварка, сварка блоками, каскадом, на проход, вразброс, сверху вниз, снизу вверх, на спуск, на подъем, углом вперед, углом назад, на весу, неповоротный стык, поддув защитного газа, разделка кромок и др. Эти и другие приемы, используемые в сочетании с различными способами составляют технологическую базу сварки.

Основные способы сварки плавлением реализуют с использованием нагрева металла электрической дугой, плазмой, лазером, электронным пучком, газовым пламенем,

пропуская электрический ток через расплавленный шлак и нагревом термитной смесью (табл. 1).

По характеру защиты свариваемого металла и сварочной ванны от окружающей атмосферы могут быть выделены способы сварки со шлаковой, газшлаковой и газовой защитой. По особенностям введения теплоты различают способы сварки с непрерывным и импульсным нагревом. По степени автоматизации процесса существующие способы сварки могут быть разделены на ручную, механизированную и автоматическую (роботизированную).

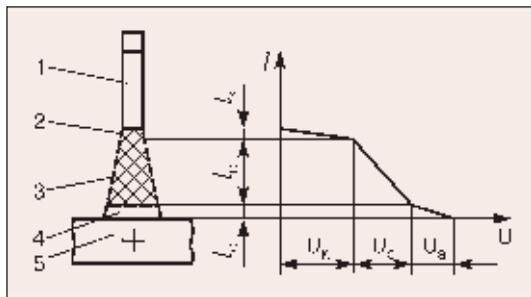
**1.1. Дуговая сварка.** Это сварка плавлением, при которой нагрев осуществляют одной или несколькими электрическими дугами. Различают сварку плавящимся и неплавящимся электродами.

В настоящее время, несмотря на открытие, исследование и применение новых источников сварочного нагрева, электрическая дуга занимает ведущее положение в сварке металлов благодаря простоте возбуждения,

Таблица 1. Классификация способов сварки плавлением

| Способ сварки      | Источник теплоты  | Характер защиты  | Способ введения теплоты    | Степень автоматизации                     |
|--------------------|---|--|----------------------------|---|
| Дуговая            | Теплота, выделяющаяся при бомбардировке поверхности нагрева заряженными частицами, и теплота плазмы столба дуги           | Газшлаковая, шлаковая и газовая инертными и активными газами. Местная и общая. При нормальном внешнем и повышенном давлениях и в вакууме | Непрерывное, импульсное    | Ручная, механизированная и автоматическая |
| Электрошлаковая    | Теплота, выделяющаяся при прохождении тока через расплавленный шлак   | Шлаковая   |                            | Механизированная                          |
| Электронно-лучевая | Теплота, выделяющаяся при бомбардировке поверхности нагрева электронами, получившими ускорение в поле высокого напряжения | Общая в вакууме. Локальная газами  |                            | Автоматическая, механизированная          |
| Лазерная           | Теплота, выделяющаяся при бомбардировке поверхности нагрева индуцированным излучением с определенной длиной волны         | Газовая инертными газами. Местная и общая. При нормальном и повышенном давлении и в вакууме  |                            |   |
| Газовая            | Теплота, получаемая при сжигании горючего газа в кислороде  | Газовая и газшлаковая  | Непрерывное, периодическое | Ручная                                    |
| Плазменная         | Теплота, содержащаяся в ионизированном газовом потоке   | Газовая инертными и защитными газами   | Непрерывное                | Ручная и механизированная                 |
| Термическая        | Теплота, содержащаяся в перегретом жидком расплаве  | Шлаковая   |                            | Ручная                                    |

Рис. 1. Основные области дуги и распределение потенциала в дуге:  
1 — катод;  
2 — катодная область;  
3 — столб;  
4 — анодная область;  
5 — анод



поддержания и регулирования, широкому диапазону мощностей, высокой эффективности нагрева, реакции на различные условия существования и внешние воздействия.

Сварочная дуга относится к типу дуг высокого давления. Это короткая дуга, у которой длина разрядного промежутка и поперечные размеры столба — величины одного порядка, обычно измеряемые несколькими миллиметрами. Величина силы тока в большинстве случаев равна нескольким десяткам или сотням ампер и достигает иногда 1500–2000 А и более. Напряжение сварочной дуги вследствие малой ее длины и большой силы тока изменяется обычно в пределах 20–45 В. В пространстве между электродами, имеющем очень малый объем (обычно до 0,5 см<sup>3</sup>), происходит преобразование в теплоту электрической энергии мощностью 2–70 кВт, в результате чего электроды сильно нагреваются, плавятся и испаряются.

В дуге при сварке плавящимся электродом, помимо потоков плазмы и пара, присутствуют и потоки каплей переносимого расплавленного металла.

Электрическая сварочная дуга, как и другие виды самостоятельных установившихся разрядов, характеризуется резко неравномерным распределением потенциала между электродами (рис. 1). В областях, примыкающих к электродам дуги, названных катодной и анодной, несмотря на малую протяженность ( $l_k$  и  $l_a$ ), напряжения  $U_k$  и  $U_a$  значительны. В остальной части разряда, расположенной между этими областями и названной столбом дуги ( $l_c$ ), напряженность поля сравнительно невелика.

Температура газа в анодной области падает на несколько тысяч градусов от температуры столба  $T_c$  до температуры поверхности активного пятна анода. Большинство металлических анодов, кипящих при температуре ниже 4000 К, испаряется в зоне активных пятен под действием теплоты дуги, поэтому перепад температур  $\Delta T$  в анодных областях в таких случаях может быть найден из уравнения

$$\Delta T = T_c - T_k,$$

где  $T_k$  — температура кипения материала анода.

По данным ряда исследователей, в сварочной дуге  $U_a$  составляет 2,5–6 В. Мощность  $U_a \cdot I_d$ , выделяющаяся в анодной области, передается аноду и расходуется на его нагрев и плавление. Кроме того, при пересечении электронами границы газ-металл их потенциальная энергия уменьшается на величину работы выхода металла, которая также передается аноду. При силе тока дуги  $I_d$  и работе выхода  $U_b$  эта разность составит  $U_b \cdot I_d$ . В результате общая передаваемая мощность

$$P_a = (U_a + U_b) I_d.$$

В дуге со стальным анодом  $U_a=4,2$  В, а  $U_b=4,36$  В, поэтому каждым ампером тока аноду передается 8,56 Вт мощности. Ее достаточно, чтобы за 1 ч расплавить и нагреть до температуры 2953 К (температура капель, покидающих стальной анод) около 14,5 г/(А·ч) металла. Фактически плавится 11,5 г/(А·ч) металла, поскольку часть передаваемой аноду мощности затрачивается на испарение. Эта мощность составляет около 2 Вт на каждый ампер тока.

В дуге со стальным катодом  $U_k$  изменяется в основном в пределах 10,4–18,9 В. Результирующая мощность, получаемая катодом,

$$P_k = I_d (U_k - U_b).$$

При этом мощность, передаваемая катоду каждым ампером тока (при  $U_k=14$  В), составляет 9,64 Вт/А. Этой мощности достаточно для плавления 17,4 г/(А·ч), и около 2 Вт/А затрачивается на испарение катода.

По данным А.А. Ерохина, при ручной сварке покрытыми электродами сумма падения анодного и катодного напряжения равна 18–25 В, а падение напряжения в столбе — 3–5 В. А.Г. Мазель для различных марок промышленных электродов получил расчетные величины  $U_k=8...26$  В и  $U_a=6...8$  В. Значение  $U_k$  возрастает с увеличением номинального напряжения дуги. По данным Д.М. Рабкина, значение  $U_a$  мало зависит от силы тока и материала анода. По А.И. Акулову, при сварке в аргоне проволокой Св-08Г2С диаметром 1 мм с увеличением силы тока от 150 до 250 А расчетное значение  $U_a$  возрастает от 2,5 до 3,5 В, а  $U_k$  — от 8,5 до 9 В.

При сварке в защитных газах большое влияние на  $U_k$  и  $U_a$  в электродных областях оказывает эффект сжатия столба дуги и активных пятен. В.И. Дятлов показал, что с увеличением силы тока  $U_k$  в свободно горя-

Таблица 2. Способы сварки плавящимся электродом с использованием различных вариантов локальной защиты зоны сварки и питанием дуг сварочным током

| Защита зоны сварки  | Питание дуг сварочным током |                       |                        |                        |                   |                    |                      |                      |                                     |
|---|-----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|
|   | Постоянным                  |                       |                        |                        |                   | Переменным         |                      |                      |                                     |
|   | Обратная полярность (1)     | Прямая полярность (2) | Импульсами < 25 Гц (3) | Импульсами > 25 Гц (4) | По программе (5)  | Частотой 50 Гц (6) | Частотой < 50 Гц (7) | Частотой > 50 Гц (8) | С импульсной стабилизацией дуги (9) |
| Газами и смесями газов:                                   |                             |                       |                        |                        |                   |                    |                      |                      |                                     |
| Ar (1)  | C <sub>1.1</sub>            | C <sub>1.2</sub>      | C <sub>1.3</sub>       | C <sub>1.4</sub>       | C <sub>1.5</sub>  | C <sub>1.6</sub>   | C <sub>1.7</sub>     | C <sub>1.8</sub>     | C <sub>1.9</sub>                    |
| He (2)  | C <sub>2.1</sub>            | C <sub>2.2</sub>      | C <sub>2.3</sub>       | C <sub>2.4</sub>       | C <sub>2.5</sub>  | C <sub>2.6</sub>   | C <sub>2.7</sub>     | C <sub>2.8</sub>     | C <sub>2.9</sub>                    |
| Ar + He (3)   | C <sub>3.1</sub>            | C <sub>3.2</sub>      | C <sub>3.3</sub>       | C <sub>3.4</sub>       | C <sub>3.5</sub>  | C <sub>3.6</sub>   | C <sub>3.7</sub>     | C <sub>3.8</sub>     | C <sub>3.9</sub>                    |
| CO <sub>2</sub> (4)                                       | C <sub>4.1</sub>            | C <sub>4.2</sub>      | C <sub>4.3</sub>       | C <sub>4.4</sub>       | C <sub>4.5</sub>  | C <sub>4.6</sub>   | C <sub>4.7</sub>     | C <sub>4.8</sub>     | C <sub>4.9</sub>                    |
| CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> (5)                      | C <sub>5.1</sub>            | C <sub>5.2</sub>      | C <sub>5.3</sub>       | C <sub>5.4</sub>       | C <sub>5.5</sub>  | C <sub>5.6</sub>   | C <sub>5.7</sub>     | C <sub>5.8</sub>     | C <sub>5.9</sub>                    |
| Ar + CO <sub>2</sub> (6)                                  | C <sub>6.1</sub>            | C <sub>6.2</sub>      | C <sub>6.3</sub>       | C <sub>6.4</sub>       | C <sub>6.5</sub>  | C <sub>6.6</sub>   | C <sub>6.7</sub>     | C <sub>6.8</sub>     | C <sub>6.9</sub>                    |
| Ar + O <sub>2</sub> (7)                                   | C <sub>7.1</sub>            | C <sub>7.2</sub>      | C <sub>7.3</sub>       | C <sub>7.4</sub>       | C <sub>7.5</sub>  | C <sub>7.6</sub>   | C <sub>7.7</sub>     | C <sub>7.8</sub>     | C <sub>7.9</sub>                    |
| Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> (8)                 | C <sub>8.1</sub>            | C <sub>8.2</sub>      | C <sub>8.3</sub>       | C <sub>8.4</sub>       | C <sub>8.5</sub>  | C <sub>8.6</sub>   | C <sub>8.7</sub>     | C <sub>8.8</sub>     | C <sub>8.9</sub>                    |
| Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> + He (9)            | C <sub>9.1</sub>            | C <sub>9.2</sub>      | C <sub>9.3</sub>       | C <sub>9.4</sub>       | C <sub>9.5</sub>  | C <sub>9.6</sub>   | C <sub>9.7</sub>     | C <sub>9.8</sub>     | C <sub>9.9</sub>                    |
| Парами металла (10)                                       | C <sub>10.1</sub>           | C <sub>10.2</sub>     | –                      | –                      | –                 | C <sub>10.6</sub>  | C <sub>10.7</sub>    | C <sub>10.8</sub>    | C <sub>10.9</sub>                   |
| Газошлаковая: покрытием электродов (11)                   | C <sub>11.1</sub>           | C <sub>11.2</sub>     | C <sub>11.3</sub>      | –                      | –                 | C <sub>11.6</sub>  | C <sub>11.7</sub>    | C <sub>11.8</sub>    | C <sub>11.9</sub>                   |
| Активированной проволокой (12)                            | C <sub>12.1</sub>           | C <sub>12.2</sub>     | C <sub>12.3</sub>      | C <sub>12.4</sub>      | C <sub>12.5</sub> | C <sub>12.6</sub>  | C <sub>12.7</sub>    | C <sub>12.8</sub>    | C <sub>12.9</sub>                   |
| Порошковой проволокой (ПП) без дополнительной защиты (13) | C <sub>13.1</sub>           | C <sub>13.2</sub>     | C <sub>13.3</sub>      | –                      | C <sub>13.5</sub> | C <sub>13.6</sub>  | C <sub>13.7</sub>    | C <sub>13.8</sub>    | C <sub>13.9</sub>                   |
| ПП в активных газах (14)                                  | C <sub>14.1</sub>           | C <sub>14.2</sub>     | C <sub>14.3</sub>      | –                      | C <sub>14.5</sub> | C <sub>14.6</sub>  | C <sub>14.7</sub>    | C <sub>14.8</sub>    | C <sub>14.9</sub>                   |
| ПП в инертных газах (15)                                  | C <sub>15.1</sub>           | C <sub>15.2</sub>     | C <sub>15.3</sub>      | –                      | C <sub>15.5</sub> | C <sub>15.6</sub>  | C <sub>15.7</sub>    | C <sub>15.8</sub>    | C <sub>15.9</sub>                   |
| ПП в смесях инерт. и акт. газов (16)                      | C <sub>16.1</sub>           | C <sub>16.2</sub>     | C <sub>16.3</sub>      | –                      | C <sub>16.5</sub> | C <sub>16.6</sub>  | C <sub>16.7</sub>    | C <sub>16.8</sub>    | C <sub>16.9</sub>                   |
| По слою флюса (17)  | C <sub>17.1</sub>           | C <sub>17.2</sub>     | C <sub>17.3</sub>      | –                      | C <sub>17.5</sub> | C <sub>17.6</sub>  | C <sub>17.7</sub>    | C <sub>17.8</sub>    | C <sub>17.9</sub>                   |
| Шлаковая (под флюсом):                                    |                             |                       |                        |                        |                   |                    |                      |                      |                                     |
| плавленным (18)   | C <sub>18.1</sub>           | C <sub>18.2</sub>     | C <sub>18.3</sub>      | –                      | C <sub>18.5</sub> | C <sub>18.6</sub>  | C <sub>18.7</sub>    | C <sub>18.8</sub>    | C <sub>18.9</sub>                   |
| агломерированным (19)                                     | C <sub>19.1</sub>           | C <sub>19.2</sub>     | C <sub>19.3</sub>      | –                      | C <sub>19.5</sub> | C <sub>19.6</sub>  | C <sub>19.7</sub>    | C <sub>19.8</sub>    | C <sub>19.9</sub>                   |
| кислым (20)   | C <sub>20.1</sub>           | C <sub>20.2</sub>     | C <sub>20.3</sub>      | –                      | C <sub>20.5</sub> | C <sub>20.6</sub>  | C <sub>20.7</sub>    | C <sub>20.8</sub>    | C <sub>20.9</sub>                   |
| основным (21)   | C <sub>21.1</sub>           | C <sub>21.2</sub>     | C <sub>21.3</sub>      | –                      | C <sub>21.5</sub> | C <sub>21.6</sub>  | C <sub>21.7</sub>    | C <sub>21.8</sub>    | C <sub>21.9</sub>                   |
| нейтральным (22)  | C <sub>22.1</sub>           | C <sub>22.2</sub>     | C <sub>22.3</sub>      | –                      | C <sub>22.5</sub> | C <sub>22.6</sub>  | C <sub>22.7</sub>    | C <sub>22.8</sub>    | C <sub>22.9</sub>                   |
| солевым (23)  | C <sub>23.1</sub>           | C <sub>23.2</sub>     | C <sub>23.3</sub>      | –                      | C <sub>23.5</sub> | C <sub>23.6</sub>  | C <sub>23.7</sub>    | C <sub>23.8</sub>    | C <sub>23.9</sub>                   |

шей дуге снижается, а при переходе в режим сжатой дуги резко возрастает. Падение напряжения и энергия, выделяющаяся на катоде и аноде, существенно увеличиваются при использовании газов с высокой теплопроводностью (гелия, водорода и содержащих их смесей). То же касается паров металлов.

Дуги с плавящимися электродами являются по существу дугами с испаряющимися катодами. Высокая концентрация энергии частиц у поверхности катода — существенная особенность дуги, определяющая ее важнейшие технологические свойства, и главное условие существования. Под технологическими свойствами дуги понимают совокупность ее теплового, механического и физико-химического воздействия на элект-

роды, определяющего интенсивность плавления электрода, проплавление изделия, характер переноса металла, формирование и качество шва. К технологическим свойствам дуги относится также ее пространственная устойчивость и эластичность.

Технологические свойства сварочных дуг с плавящимися электродами определяются свойствами защитной среды, химическим составом и конструкцией электродов, видом и полярностью тока, питающего дуги, режимом сварки в целом.

В табл. 2 приведены способы дуговой сварки плавящимся электродом, которые могут быть применены при различных способах защиты зоны сварки и вариантах питания дуги.

● #1305

Продолжение в следующих номерах журнала.

# Технология ремонта буровых платформ с помощью сварки — анализ использования метода МКЭ\*

Z. Mirski, P. Krasnodebski

*Метод конечных элементов (МКЭ) обычно используют в качестве альтернативного при решении многих проблем прочности сварных соединений. Анализ отработанных методов свидетельствует о положительных результатах с наименьшим риском ошибок при использовании МКЭ. Выводы, как правило, должны быть проверены опытными испытаниями, а также наблюдениями и анализом работы на реальных объектах и хорошей инженерной практикой.*

В последние годы наблюдается значительный рост потребности в энергетическом сырье, особенно нефти. Ведется разведка новых месторождений с использованием таких конструкций буровых платформ, которые работают в экстремальных условиях (например, в Арктике).

Настоящая работа основана на данных, полученных при сотрудничестве с Проектным бюро Rig-Engineering, много лет занимающимся обработкой и анализом проектов в области создания буровых платформ, с помощью расчетов методом МКЭ, а также гармонизацией ремонтных и восстановительных работ, выполняемых различными способами сварки. Многие годы ключевым клиентом бюро является фирма Transocean — поставщик специализированного морского добывающего оборудования, в т. ч. различных мобильных конструкций само-

подъемных буровых платформ типа JackUp и полупогруженных понтонных платформ.

Модернизации чаще всего требует сменное оборудование, такое например, как генератор или станция опреснения воды, которые заменяют в условиях эксплуатации.

**Буровые платформы — условия эксплуатации.** Буровые платформы относятся к группе оффшорных конструкций. Этот термин определяет установку для разведки, добычи, переработки и транспортировки нефти, работающую в открытом море. Он включает также обслуживание конструкций, работающих в открытом море.

Платформа Atlantic Rotterdam в качестве вспомогательной была построена в 1975 г. Это небольшая самоподъемная платформа, предназначенная только для проживания персонала. Плавающая морская конструкция, стоящие на якорь ветроустановки также входят в оффшорную конструкцию.

Конструкция морских платформ показана на рис. 1. Их можно разделить на три основные группы: платформы (рис. 1, в); буровое судно (рис. 1, е); плавающие пункты хранения продуктов, грузов и оборудования.

**Материалы для изготовления оффшорных конструкций.** Материалы, предназначенные для строительства морских плат-

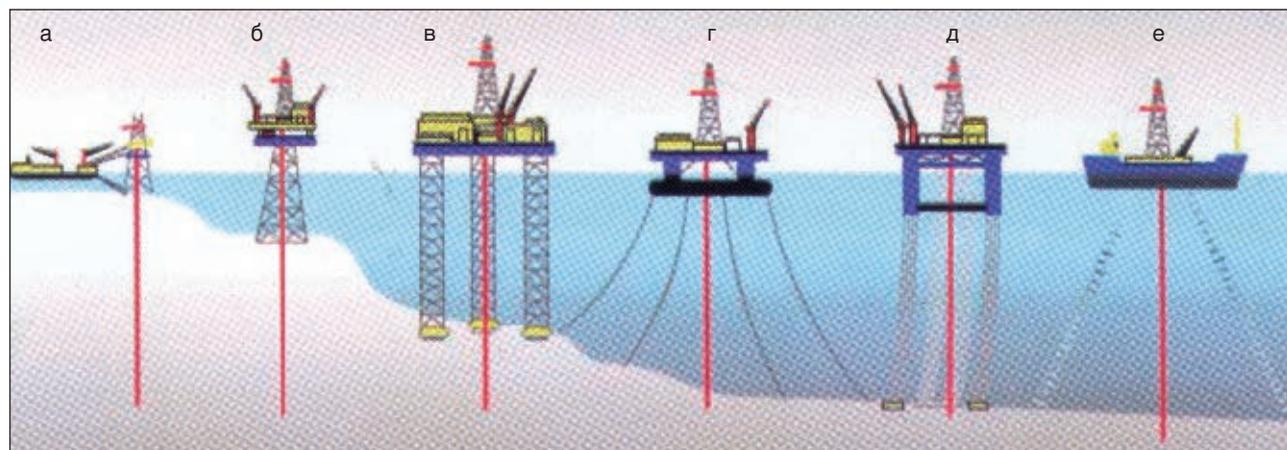


Рис. 1. Конструкция платформ: стационарная башня (а), гравитационно устойчивая (б), самоподъемная Jack-up (в), полупогруженная (г), вертикально закрепленная на якорь (д), буровое судно (е)

форм согласно стандарту Offshore Standard DNV-OS-B, подразделяют на три группы по прочности:

- NS (Normal Strength) нормальная прочность ( $R_{e\text{ мин.}}=235$  МПа);
- HS (High Strength) высокая прочность ( $R_{e\text{ мин.}}=265...390$  МПа);
- EHS (Extra High Strength) сверхвысокая прочность ( $R_{e\text{ мин.}}=420...690$  МПа).

Дополнительно материалы каждой из этих групп могут характеризоваться обычной или повышенной свариваемостью, обозначенной дополнительной буквой W (weldability). Классификация стали (стандарт DNV-OS-B), применяемой для конструкций плавающих морских и континентальных объектов, предусматривает деление на сталь нормальную и термообработанную с различной пластичностью от класса А до класса ЕН36.

**Технология подводных работ.** Известные технологии подводной сварки и критерии оценки результатов разрушающего и неразрушающего контроля для всех видов соединений основываются на требованиях стандарта AWS D3.6M.2010, который устанавливает три класса качества соединений, сваренных под водой. Класс А включает соединения со свойствами, близкими к свойствам соединений, выполненных на воздухе и в условиях сухой сварки. К классу В относят соединения менее ответственных конструкций, для металла которых допускается меньшая ударная вязкость и большая пористость с возможными включениями в металле шва. Это относится к соединениям, выполненным мокрой сваркой. В класс С входят соединения, подверженные малым механическим нагрузкам, с более низкими требованиями, чем требования класса В.

В глубинных офшорных конструкциях бывают изъяны и случаются поломки, требующие продуманного решения, например, когда трос, стабилизирующий платформу, повредил трубный элемент опоры.

Техника подводной сварки подразделяется на мокрую сварку и сухую сварку, или сварку в сухой камере. До настоящего времени выполнены сотни ремонтов платформ и судов, и технология сварки их подводных частей известна и оправдана. Тенденции развития подводной сварки направлены на подбор параметров сварки на глубинах 500–1000 м.

Сухая сварка требует изолированного от воды места сварки. Локальная сухая камера специальной конструкции малой вместимости служит для временной изоляции элект-

рической дуги и свариваемых элементов от водной среды. Мокрую сварку чаще всего выполняют электродами с рутиловым покрытием (111), а также порошковой (135/136) и самозащитной проволокой (114). Сухую сварку можно выполнять покрытыми электродами, порошковой проволокой (136/137), а также способами TIG (141), MIG/MAG (131/135). Применение сухой камеры часто связано со сваркой электродом в среде защитных газов и под флюсом (131/135).

При подводной сварке снижается качество сварного соединения, что сопровождается:

- угаром элементов из стали;
- пористостью сварного шва;
- образованием в швах шлаковых включений;
- увеличением содержания углерода и кислорода в металле шва;
- увеличением склонности к трещинообразованию.

Непосредственными причинами отрицательных явлений при подводной сварке являются охлаждающее влияние воды, генерирование значительного количества диффузионного водорода, а также уменьшение стабильности горения дуги вследствие влияния гидростатического давления. Возрастание солёности воды и использование сварки на обратной полярности приводят к уменьшению содержания диффузионного водорода в расплаве, в то же время загрязнение электродов угеводородами и рост силы тока влияют на увеличение его количества.

Ремонт на мелководье может быть выполнен водолазами. На Норвежском шельфе согласно стандарту DNV допускалась работа под водой на глубине 180 м, во время которой трубопровод укладывали на максимальной глубине 2500 м. Ремонт тогда выполняли с помощью роботов и оборудования с дистанционным управлением. Подводный отряд и автономный режим работ широко использовали при ремонтах подводных конструкций. Обычно подводный отряд привлекали для проведения ультразвуковых измерений толщины стенки элементов, измерения возможностей систем катодной защиты, а также проведения визуальных и магнитографических исследований.

Системы автоматического и дистанционного управления позволяли выполнять подводную сварку без влияния конвективных потоков и обеспечивать контроль качества сварных соединений.

Грузовое судно Eleftheria К длиной 297 м, шириной 50 м и грузоподъемностью более

240 тыс. т было построено в Японии в 1985 г. В связи с тем, что судно село на мель в устье Суэцкого канала в 2011 г., оно получило значительные повреждения на длине 85 м вдоль корпуса. Предварительный ремонт, выполненный египетской водолазной фирмой, состоял в приварке латок снаружи и уплотнений изнутри. После недельного рейса в Китай появилась очередная, на этот раз угрожающая поперечная трещина длиной около 1300 мм с раскрытием на ширину 100–200 мм.

Задачи, которые необходимо было решить, состояли в следующем: остановить рост трещины; укрепить поврежденную область; восстановить герметичность балластных баков. Чтобы остановить распространение трещины, были просверлены отверстия на концах трещины. Для укрепления и сохранения в постоянном состоянии поврежденной области были приварены усиливающие уголки (рис. 2). Герметичность была обеспечена построенной над трещиной камерой. Ремонт проводили сухой сваркой.

Ремонтные работы позволили быстро отработать способ ремонта и определить, какие элементы должны быть сваренными в вынужденных условиях — под водой, а какие можно было выполнить на поверхности. Подготовка единой модели работ и расчеты облегчили выполнение ремонта в такой ситуации.

**Критерии выбора способа ремонтных работ.** Для начала ремонта необходимо оценить состояние, например трубопровода, по размеру коррозии в соответствии с требованиями Recommended Practice DNV-RP-F-101 October 2010.

Ремонтные работы с помощью сварки можно разделить на два основных вида:

- вырезка изношенных или поврежденных фрагментов в замена их новыми;
- устранение дефекта соединения и повторная сварка.

Коррозия, появляющаяся обычно при длительной эксплуатации деталей буровых платформ, приводит к уменьшению прочности материала. В зависимости от глубины ее проникновения и местонахождения выбирают способ ремонта и его сроки. Коррозия чаще всего появляется около отверстий в пролетах, вблизи швов и опорных элементов.

В зависимости от величины опасности может потребоваться немедленное вмешательство, при этом чаще всего используют сварку покрытыми электродами. Иногда повреждение устраняют в ходе ремонта в условиях порта, приближенных к условиям первичного производства конструкции.

Независимо от того, текущий ли это ремонт или плановый в порту, выполнение его должно основываться на технологии

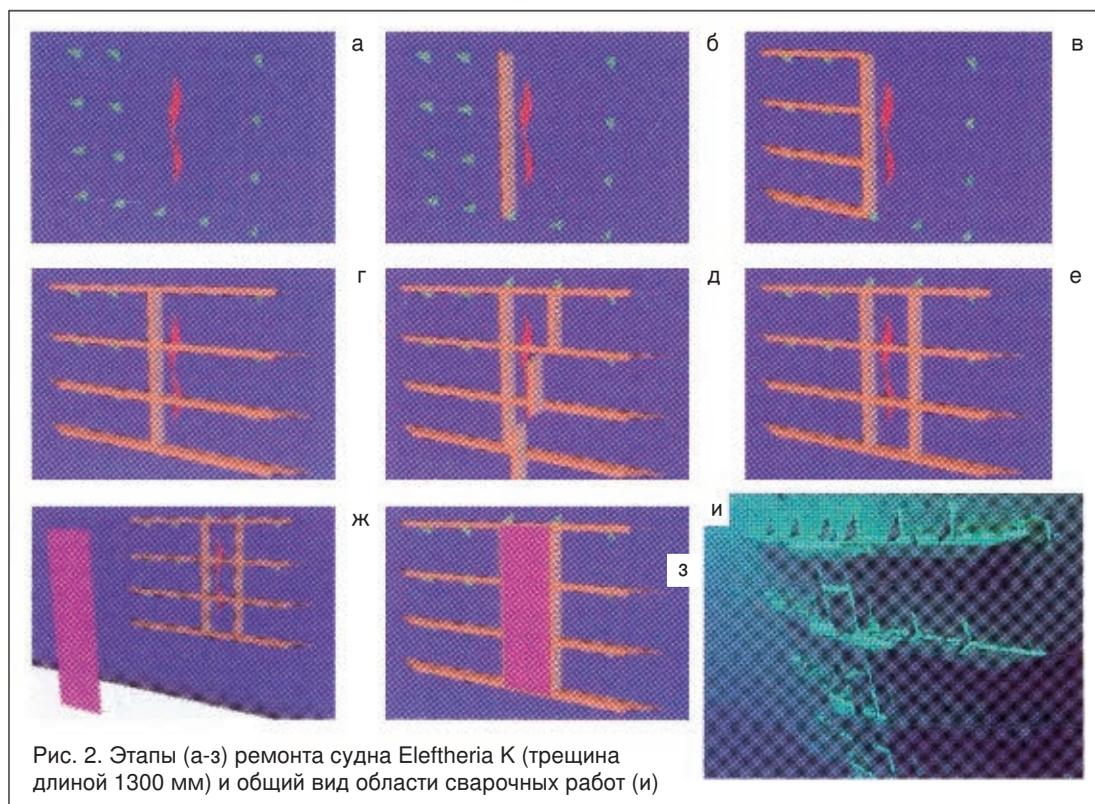


Рис. 2. Этапы (а-з) ремонта судна Eleftheria К (трещина длиной 1300 мм) и общий вид области сварочных работ (и)

сварки, аттестованной морской квалификационной организацией и в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оффшорным конструкциям. Строгий график ремонта с точки зрения его организации и минимизации времени пребывания судна в порту дает возможность выполнить своевременную подготовку и корректировку.

Исполнитель оффшорных работ должен получить аттестацию на технологию сварки. Оптимальное расширение области исследований при аттестации технологии сварки в соответствии с требованиями DNV-OS-C401 и стандартом EN ISO 15614-1 делают ее более универсальной.

**Примеры ремонта.** *Технология восстановления обшивки понтона.* Платформа Transocean Arctic – полупогруженная буровая платформа, работающая в Северном море, была изготовлена в 1986 г. в Японии (рис. 3, а). Масса платформы составляет 22 194 т, длина и ширина по 67 м, высота 10 м. Проектная глубина моря, на которой она может работать, до 500 м, а максимальная глубина бурения 7620 м. Платформа аттестована в соответствии с DNV.

Ремонт оффшорной конструкции такого типа должен быть выполнен быстро, а отремонтированные элементы строго соответствовать стандартам. Самым распространенным видом ремонта таких конструкций является вырезка элемента и установка нового, предварительно изготовленного.

Наложение латок выполняется чаще в случае значительной концентрации глубоких местных пятен разъеденного металла либо скопления трещин в одном месте. Можно выделить латки открытые и закрытые в зависимости от места повреждения. Латка должна иметь форму эллипса для круглых отверстий или прямоугольную с закругленными углами радиусом не менее 100 мм для квадратных отверстий.

В мае 2000 г. группа инженеров фирмы Transocean провела обследование платформы, результатом которого стало выявление трех трещин по кормовой стороне в балластном баке номер 18.

Устранение трещин и профилактические работы на понтоне платформы Transocean Arctic начались с локализации повреждения (рис. 3, б) и построения 3D модели (рис. 4). В модели учтена толщина и пластичность соединяемых материалов. Для получения оптимального решения с помощью расчета МКЭ было проанализировано несколько вариантов ремонта. Ана-

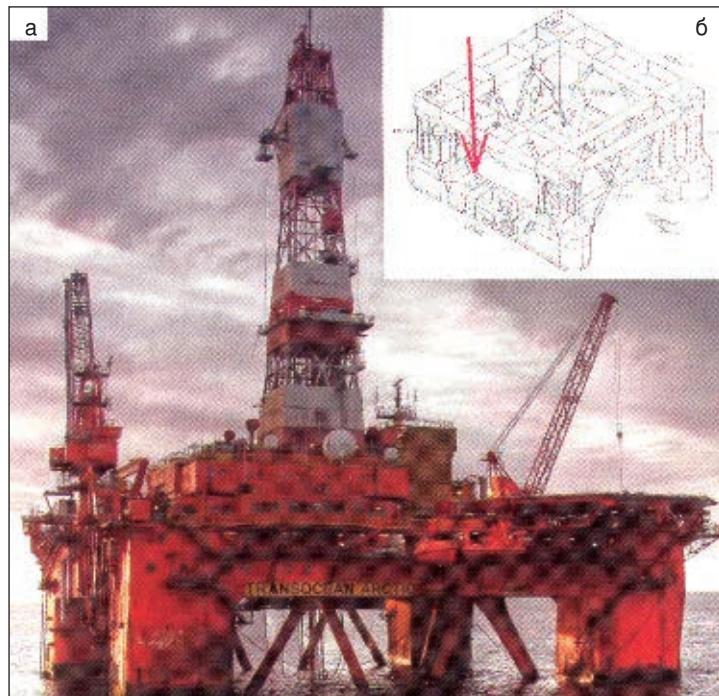


Рис. 3. Платформа Atlantic Rotterdam (а) с локальным повреждением (б)

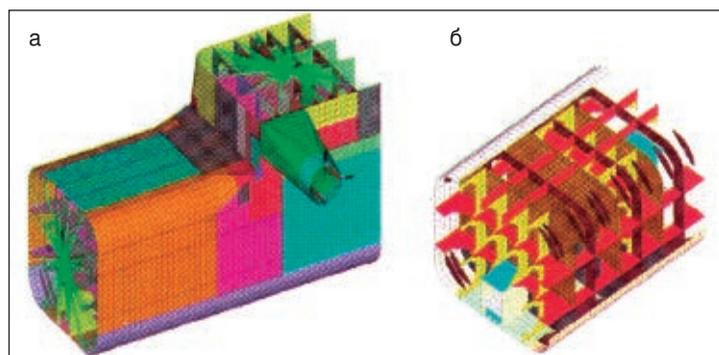


Рис. 4. Модель 3D фрагмента понтона, внешние элементы (а) и внутренние (б)

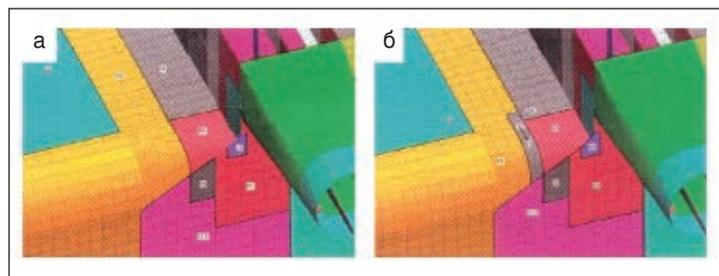
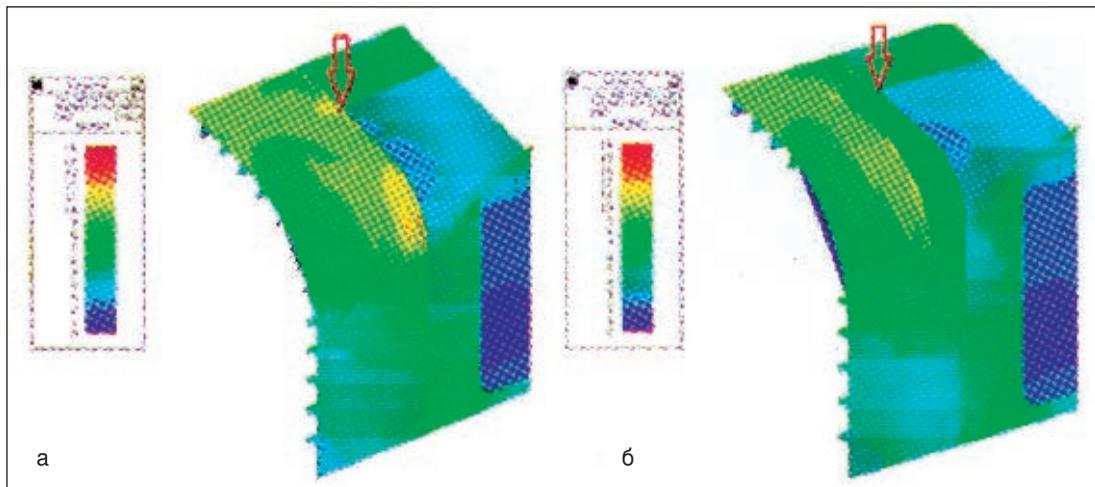


Рис. 5. Модель, рассчитанная методом МКЭ для понтона, карта толщины перед ремонтом (а) и после него (б)

лиз условий показал, что причиной возникновения трещин был несоответствующий способ изготовления элементов конструкции при соединении листов металла толщиной 13 и 50 мм (рис. 5, а). В месте значительной разницы толщин образовалось смятие конструкции.

Рис. 6. Результаты анализа МКЭ, состояние напряжений: существующих (а) и после модернизации (б)



Напряжение в зоне трещины на борту понтона перед ремонтом (рис. 6, а) составило 124 МПа, после ремонта оно снизилось до 86 МПа (рис. 6, б). Снижение концентрации напряжений в этой области обуславливает увеличение усталостной прочности.

Было решено вставить пояс из стали АН36 толщиной 20 мм на остром переходе от толщины 50 мм (ЕН36) до 13 мм (АН32). Подготовка элементов для сварки перед ремонтом была выполнена кислородной резкой (рис. 7). Как показали исследования, после многократных ремонтов поврежденного соединения из дуплексной стали и аналогичной ей, такой, как на буровой плат-

форме, резка не привела к негативным явлениям в области сварного соединения.

В металле сварного соединения была выявлена значительная доля феррита, металл обладал удовлетворительными механическими свойствами и коррозионной стойкостью.

Чтобы обеспечить необходимые условия для сварки, следует защитить место сварки от ветра и влаги. При выполнении работ важно поддерживать основные параметры процесса в соответствии с требованиями DNV-OS-C401. Технологическая инструкция сварки должна соответствовать нормам стандарта EN ISO 15614-1 и DNV-OS-C401.

*Технология устранения трещин.* Transocean Richardson — полупогружаемая буровая платформа, в настоящее время не действующая, была изготовлена в 1988 г. фирмой Daewoo Shipbuilding на верфи Окро в Южной Корее. Масса платформы 21714 т при длине 99 м, ширине 87 м и высоте 44 м. Максимальная рабочая глубина 1500 м, а максимальная глубина бурения 7620 м.

Запланированные в конце декабря 2010 г. ультразвуковые исследования выявили две единичные поверхностные трещины в основании крана (рис. 8). Здесь исследования с помощью разрушающего контроля позволили оценить величину и местонахождение трещин. Эти трещины перпендикулярны оси шва (рис. 9): одна начинается на границе сплавления и другая на расстоянии около 3 мм от границы шва. Обе трещины образовались в стали TSiE355-Z15, мелкозернистой с содержанием элементов, % по массе: менее 0,18 С и 0,09–1,70 Mn. Соединение с толщиной шва 30 мм — это соединение стали TSiE355-Z15 и стали Ст52-3, которая является аналогом стали S355J2G3, с содержанием, % по массе: 0,2 С и 1–1,5 Mn (в соответствии с EN 10025).

Рис. 7. Подготовка элементов понтона, вид камеры (а), вид сверху (б)

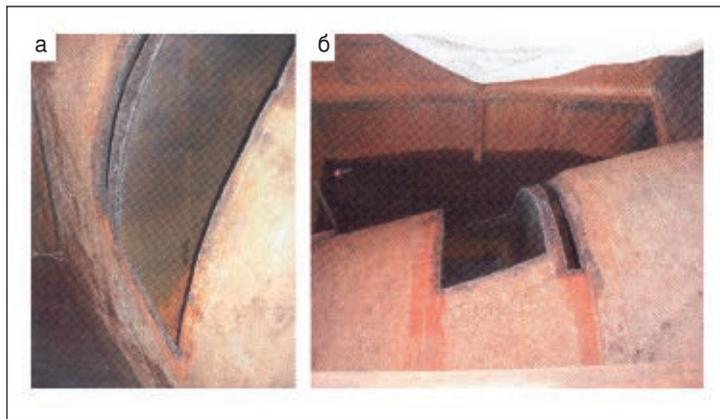
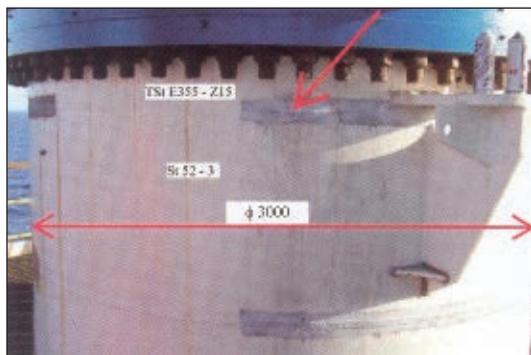


Рис. 8. Локализация обнаруженных трещин в основании крана платформы Transocean Richardson, фундамент диаметром 3000×30 мм



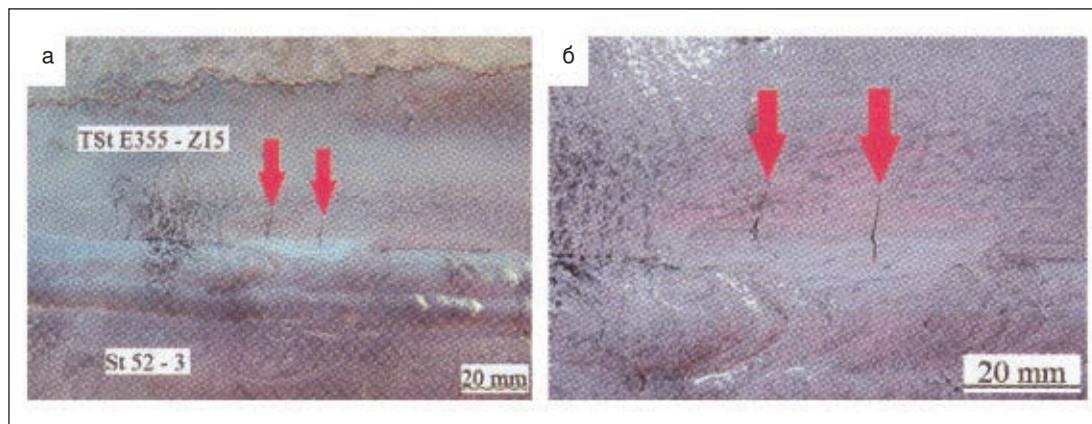


Рис. 9. Трещины в основании крана, подлежащие ремонту

Ремонт должен быть выполнен согласно аттестации процесса, согласованной с аттестующим обществом, которым в этом случае является ABS (American Bureau of Shipping).

Использовали соответствующую (согласно ABS) технологию сварки материалов (стандарт AWS/ASME A-5.1 E7018-1) с содержанием, % по массе: 0,06 С и 1,3 Mn. Применяли покрытые электроды с малым содержанием в покрытии водорода, обеспечивающие хорошие механические свойства соединения и показатель испытания на удар KV минимум 27 Дж при температуре минус 46°С.

Поверхность к сварке подготовили фрезерованием алмазным инструментом, обработав повреждение (см. рис. 9) и окружающую область в радиусе около 50 мм.

В таких случаях сварка углеродно-марганцевой стали требует предварительного подогрева до температуры минимум 180°С.

Швы следует выполнять в три этапа. Первый слой должен быть выполнен электродом диаметром 2,5 мм. Следующий слой — электродом диаметром 3,2 мм. Последний слой выполняют электродом диаметром 4 мм, высота усиления шва примерно на 6 мм выше поверхности свариваемого материала. Обязательно необходимо выдерживать температуру между нанесением слоев максимум 315°С. По окончании работ лицевую сторону шва следует отшлифовать. Все выполненные ремонтные работы должны быть проверены теми же методами неразрушающего контроля, что и до ремонта, на том же или большем объеме материала.

На практике в аварийных ситуациях, когда поврежденный кран должен продолжать работу на платформе, допускается его временное укрепление бетоном внутри основания крана.

● #1306

Перевод Е.К. Доброхотовой

## Уникальный корабль FLIP

Это судно появилось более полувека тому назад и до сих пор остается единственным в своем роде. Корабль, способный принимать как горизонтальное, так и вертикальное положение, — действительно уникальное транспортное средство.

FLIP (Floating Instrument Platform) является исследовательской лабораторией. Она была создана для изучения распространения звуковых волн через толщу воды. Сейчас судно стало более многофункциональным, на нем проводят исследования штормовой и сейсмической активности, а также циркуляции воды.

Переход из горизонтального положения в вертикальное занимает порядка получаса. Перемещается FLIP только в горизонтальном положении. Рабочие помещения расположены на корме, не уходящей под воду, а остальная часть судна содержит отсеки, наполняющиеся водой при смене положения корабля, и другие, где установлено исследовательское оборудование. Общая длина судна 108 м, из которых над водой остаются только 17 м, ширина — 7,9 м. Судно не может плавать самостоятельно, так как на нем нет двигателей из-за частых акустических исследований, для которых они создают помехи.

Корабль был спущен на воду в 1962 г. и принадлежит Управлению военно-морских исследований США. Последняя модернизация судна 17 лет назад обошлась государству в \$2 млн.

[www.golosscience.com](http://www.golosscience.com)



# Установки для нагрева крупногабаритных деталей и сварных металлоконструкций

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод»,  
С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко, ПАО «НКМЗ»,  
Т.Б. Золотопуова, ДГМА (Краматорск)

*Сотрудниками ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» совместно со специалистами бюро газоплазменных способов сварки ПАО «НКМЗ» были разработаны и внедрены в производство газоздушные горелки различного назначения, которые получили хорошие отзывы как от инженерных служб предприятия, так и от рабочих.*

**Газоздушные горелки.** Основные технические характеристики этих горелок приведены в *таблице*.

Горелка ГВ-1М имеет двухступенчатый узел смешивания горючего газа с атмосферным воздухом. Исполнение стакана-стабилизатора с трубчатым сердечником, который дает возможность перемещаться по оси, позволяет регулировать мощность пламени за счет изменения количества воздуха, дополнительно привлекаемого в зону горения. Преимущество этой горелки состоит в том, что в зависимости от характера выполняемых работ соотношение горючего газа и воздуха в факеле варьируется в широких пределах. С помощью горелки ГВ-1М можно прогревать в открытом пространстве значительные площади металлопроката и объемы металлоконструкций до температуры 150–200°С.

**Таблица. Основные технические характеристики разработанных газоздушных горелок**

| Наименование  | Окислитель                                | Горючий газ   | Расход, м <sup>3</sup> /ч |
|---|---|---------------|---------------------------|
| Горелка ГВ-Ф для нагрева металлических заготовок в открытом пространстве          | Атмосферный воздух                        | Природный газ | До 1,0                    |
|   |   | Пропан-бутан  | До 0,7                    |
| Горелка ГВ-ВК2 для нагрева прокатных валков в открытом пространстве               | Атмосферный воздух + компрессорный воздух | Природный газ | До 1,6                    |
|   |   | Пропан-бутан  | До 1,1                    |
| Горелка ГВ-ВК7 для нагрева крупногабаритных деталей                               | Компрессорный воздух                      | Природный газ | 2,4–3,6                   |
|   |   | Пропан-бутан  | 4,5–5,6                   |
| Горелка ГВ-1М для термической правки металлоконструкций, разогрева кокилей и форм | Атмосферный воздух                        | Природный газ | 4,8–8,0                   |
|   |   | Пропан-бутан  | 3,4–6,8                   |

Горелка ГВ-ВК7 достаточно подробно описана ранее («Сварщик», №5, 2011). В горелке есть несколько выходных каналов, расположенных вокруг центральной оси стабилизатора. Смешивание горючего газа и сжатого воздуха происходит непосредственно в этих каналах независимо друг от друга. Ее преимущество состоит в возможности получения пятна нагрева с равномерным распределением температуры по его площади. С помощью горелки ГВ-ВК7 можно разогревать крупногабаритные заготовки в открытом пространстве до температуры 500°С, а в замкнутом объеме — до 900°С и выше.

Горелка ГВ-Ф оснащена сужающе-расширяющимся сердечником, расположенным внутри стабилизатора соосно с ним. Атмосферный воздух поступает в зону смешивания через специальные отверстия в тыльной стороне стабилизатора. Эта горелка позволяет получать пятно нагрева с равномерной температурой по всей его плоскости. Такой эффект был достигнут за счет исключения охлаждающего действия ядра пламени и формирования определенным образом факела горелки. (Патент №14299, опубликованный 15.05.2006 г. Бюл. №5).

Горелка ГВ-ВК2 является модернизированным вариантом горелки ГВ-Ф, в котором для активации процесса горения применен компрессорный воздух.

Описанные выше горелки взяты за основу при разработке нового оборудования для нагрева крупногабаритных заготовок и металлоконструкций.

**Печь для нагрева заготовок под штамповку.** Печь предназначена для нагрева заготовок под штамповку из листа толщиной до 20 мм до температуры 900°С. На кузнечном участке цеха металлических конструкций ПАО «НКМЗ» она заменила оборудование, работавшее на твердом топливе (коксе), которое характеризовалось низкой производительностью, сложностью и дороговизной в эксплуатации.

Печь состоит из цилиндрического металлического корпуса, футерованного изнутри огнеупорным кирпичом. В корпусе предусмотрены два отверстия для горелок и одно для загрузки, оно же является смотровым отверстием. В верхней части печи есть отверстие для отвода продуктов горения с отрезком трубы, который накрывает зонтик системы вентиляции. Для нагрева используют две горелки ГВ-ВК7, расположенные в диаметральной плоскости навстречу друг другу. Этим достигается равномерный охват пламенем всего полезного объема печи.

На рис. 1 показана штамповка звеньев цепи из листовых заготовок 16×80×635 мм, из стали 60С2А. Масса одной заготовки 6,4 кг. Одновременно в печь загружают 37 заготовок, т.е. общая масса садки равна 237 кг. Нагрев заготовок до температуры 900°С происходит за 35 мин.

**Установка для термической правки сварных металлоконструкций.** Установка состоит из нескольких, до шести, независимо работающих устройств (горелки ГВ-М (рис. 2) или ГВ-ВК7, плюс система позиционирования горелки относительно нагреваемой конструкции), связанных между собой общей системой газопитания и управления. Система позиционирования состоит из комбинации стоек и рычагов, с помощью которых горелку можно ориентировать в заданном положении относительно нагреваемой металлоконструкции.

**Переносное устройство для разогрева стаканов-дозаторов промежуточного ковша МНЛЗ.** Устройство состоит из горелки ГВ-Ф и подвесной системы позиционирования горелки относительно разогреваемого стакана. Количество устройств определяется количеством ручьев МНЛЗ. Питание природным газом осуществляется от газораздаточного поста при давлении 0,06–0,1 МПа. Внедрение устройства позволяет вдвое сократить время нагрева стакана-дозатора до температуры 850°С и вдвое уменьшить расход природного газа. На рис. 3 показана работа устройства.

**Установка для предварительного и сопутствующего подогрева при наплавке поверхности тел вращения массой до 100 т.** Были проведены сравнительные испытания заводской установки (базовый вариант) с коллектором длиной 1300 мм, на котором расположены 20 форсунок, и экспериментальной установки (новый вариант), на коллекторе которой длиной 1300 мм расположены 10 горелок ГВ-Ф. Расход потребля-



Рис. 1. Нагрев и штамповка звеньев цепи из листовых заготовок толщиной 16 мм

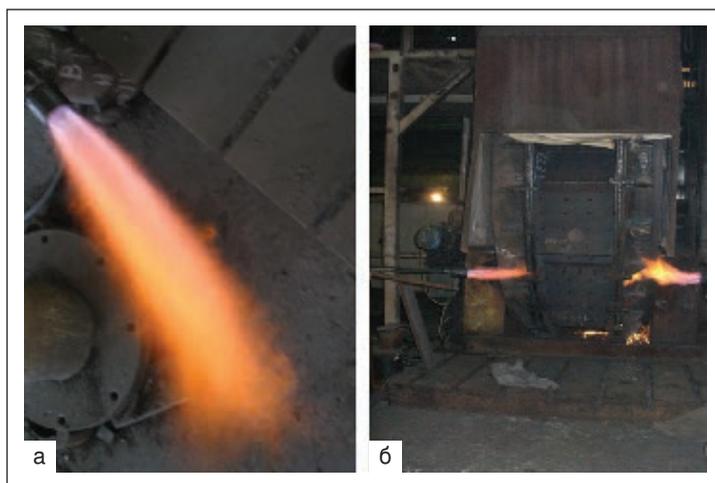


Рис. 2. Горелка ГВ-М: а — факел длиной 800 мм; б — термическая правка сварного корпуса шириной 2,5 м и диаметром 6 м



Рис. 3. Работа устройства для разогрева стаканов-дозаторов

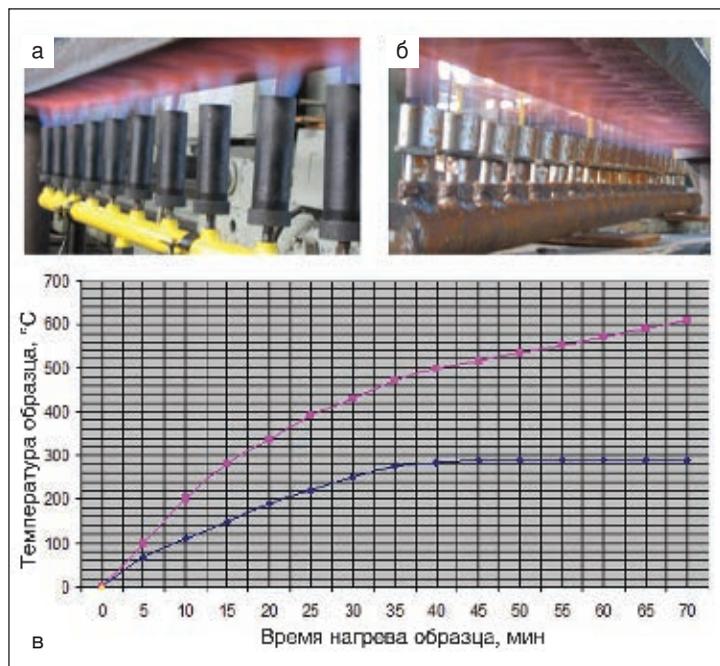


Рис. 4. Одновременный нагрев образца с помощью новой установки (а) и с помощью базовой установки (б), результаты сравнительных экспериментов (в)



Рис. 5. Предварительный и сопутствующий нагрев плунжера массой 55 т при его наплавке

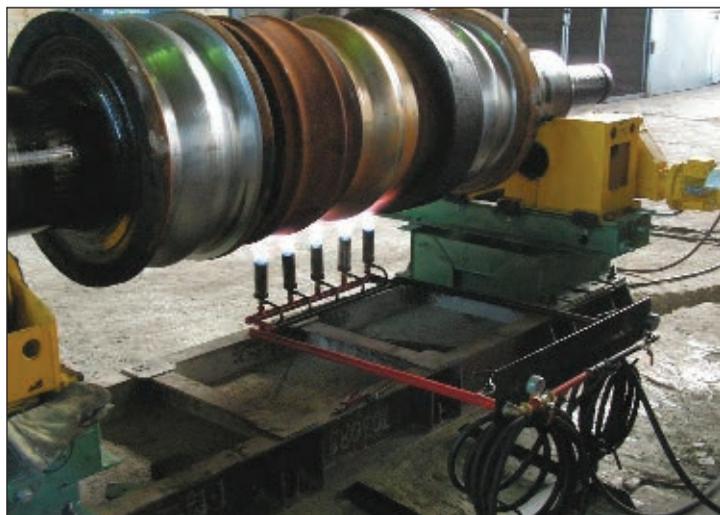


Рис. 6. Установка для нагрева прокатных валков перед их наплавкой

емого природного газа по базовому и новому вариантам одинаков и составил  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Два одинаковых образца длиной 2050 мм, шириной 300 мм, толщиной 80 мм и массой 386 кг установили на опорах горизонтально. Под ними разместили горелки по базовому и новому вариантам. Температуру снимали прибором ТК-5 с противоположной от нагрева поверхности.

Результаты экспериментов (рис. 4) позволили сделать следующие выводы:

- применительно к исследуемым образцам температура заготовки при нагреве по базовому варианту имеет «потолок», равный  $290^\circ\text{C}$ , далее наступает равновесие и время нагрева не влияет на температуру заготовки. При нагреве по новому варианту рост температуры заготовки наблюдался и выше  $600^\circ\text{C}$ ;
- новыми горелками можно нагреть образец до температуры, в 2,1 раза превышающей температуру, получаемую по базовому варианту;
- время нагрева заготовки до  $290^\circ\text{C}$  в 2,8 раза меньше при новом варианте, чем при базовом, следовательно в 2,8 раза меньше расход горючего газа.

Были разработаны и внедрены три установки для предварительного и сопутствующего нагрева цилиндрических заготовок массой до 100 т при их наплавке (рис. 5). Установка состоит из коллектора (труба  $60 \times 5 \times 1300$  по ГОСТ 8732-78), в которой по образующей трубе равномерно расположены бобышки с резьбовыми отверстиями, в которые вмонтированы 10 горелок ГВ-Ф. Коллектор закреплен хомутами (с возможностью проворачивания и фиксации положения) к верхней раме стойки, имеющей телескопические направляющие и основание. С помощью механизмов стойки можно изменять высоту коллектора в диапазоне 600 мм и угол наклона горелок от  $0$  до  $180^\circ$ .

**Установка для подогрева прокатных валков перед их наплавкой (рис. 6).** Установка входит в состав станда для предварительного нагрева прокатных валков перед наплавкой. Стенд укомплектован двумя парами роликоопор, на которые посадочными шейками устанавливаются нагреваемые валки. Из двух пар роликоопор одна приводная установлена неподвижно, а вторая — холостая — передвигается с помощью винтового механизма относительно неподвижной на расстояние, позволяющее устанавливать на них валки необходимого типоразмера и вращать их.

Установка состоит из коллектора, поворачивающегося относительно собственной оси, с пятью горелками ГВ-ВК2. Слева и справа к коллектору подходят трубы для подачи горючего газа и сжатого воздуха, причем их крепят к коллектору с возможностью поворота. Коллектор с трубами крепят к П-образной стойке также с возможностью поворота. На стойке предусмотрена панель для приборов и средств управления.

Оборудование для предварительного подогрева прокатных валков внедрено на МК им. Петровского (Днепропетровск).

**Установка для нагрева ходовых колес и других тел вращения в процессе их наплавки.** Установку используют вместе с оборудованием для наплавки, а также самостоятельно.

*Конструкция установки.* Она позволяет ориентировать пламя в любом пространственном положении (рис. 7). В состав установки входят три горелки ГВ-Ф, подключенные к источнику горючего газа независимо друг от друга. Можно использовать как природный газ, так и пропан-бутановые смеси. Система позиционирования состоит из основания с телескопической стойкой. На стойке через крестовину установлена штанга, к ней через систему рычагов крепят горелки.

**Установка для нагрева концов листа в процессе их подвальцовки.** Установка находится в эксплуатации на заводе ООО «ЗЭМЗ» (Зугрес). Имеющиеся на заводе четырехвалковые вальцы позволяют изготавливать обечайки из листа толщиной до 40 мм. Для расширения технологических возможностей имеющегося на заводе оборудования было решено подогревать концы листа до температуры 650–700°С прямо на вальцах с помощью указанной установки. После ее внедрения стало возможным получать обечайки из листа толщиной до 80 мм на действующем оборудовании (рис. 8).

Установка для нагрева концов листа перед его подвальцовкой состоит из четырехколесной тележки, накрытой сверху термозащитным кожухом. Между тележкой и кожухом предусмотрена щель для нагреваемого листа, который зажат между вальцами. Под нагреваемым листом на определенной высоте расположены коллекторы с тремя горелками ГВ-ВК7 на каждом. Количество коллекторов с горелками определяется шириной нагреваемого листа. Горелки ориентированы вертикально вверх. Коллекторы с горелками в процессе нагрева могут перемещаться в трех направлениях.

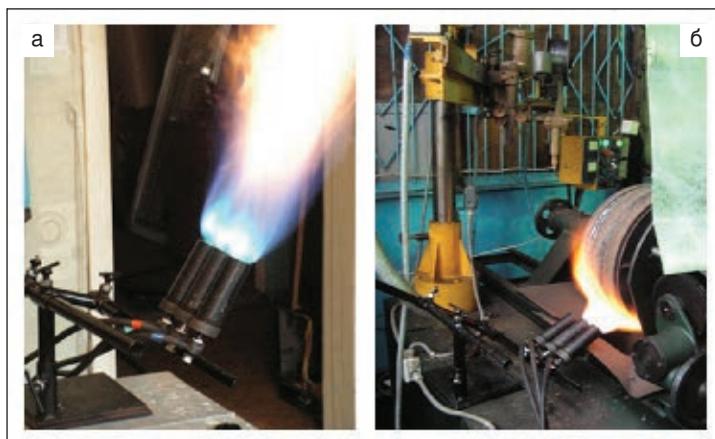


Рис. 7. Одновременная работа трех горелок ГВ-Ф (а) и использование двух горелок при нагреве барабана



Работа установки на заводе показала ее эффективность. Конец листа сечением 70×700 мм прогревается на глубину 600 мм до температуры 650°С за 32 мин при использовании трех коллекторов с тремя горелками ГВ-ВК7 на каждом. Общий расход природного газа в расчете на один нагрев составил 28 м<sup>3</sup>. При отсутствии на заводе печного оборудования необходимой мощности без данной установки процесс нагрева концов листа для подвальцовки невозможен.

Все описанные выше установки для нагрева расширяют технологические возможности производств, их использующих, во многих случаях они позволяют избежать капитальных затрат на печное оборудование. Эти установки могут работать при низком давлении природного газа, что повышает их безопасность. Горелки установок экономичны и долговечны.

● #1307

Рис. 8. Изготовление обечайки из листа толщиной 70 мм с помощью предварительного подогрева его концов



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.)

Оборудование для плазменной резки с раздельной подачей плазмообразующего и защитного газов обычно ориентировано на применение как при сухой резке, так и при резке под слоем воды толщиной 80–100 мм (с погружением плазмотрона в воду), что значительно снижает шум и кардинально улучшает санитарно-гигиенические условия резки.

Фирмой Kjellberg разработана технология плазменной резки Hi-Focus. Благодаря особой конструкции плазмотрона струя плазмы сжимается до диаметра 1,2 мм с допуском ±0,1–0,2 мм и позволяет качественно резать низколегированную сталь толщиной до 40 мм. Неперпендикулярность реза не превышает 0,025–0,05 мм. Рез свободен от грата.

На рис. 3 приведены области применения различных установок, реализующих технологию плазменной резки Hi-Focus. Наряду с прямыми, контурными и фасочными резами под углом 45° плазменные установки Hi-Focus 160i, Hi-Focus 280i, Hi-Focus 360i и

Hi-Focus 440i позволяют также проводить разметку, трассировку и маркировку.

Фирма SMB (Германия) разработала установку для плазменной обрезки кромок листов высокопрочной стали длиной 5–15 м и шириной 1,5–3,4 м. Установка укомплектована водоохлаждаемыми плазмотронами Kjellberg PB-375W2/O<sub>2</sub>, которые генерируют очень тонкую струю плазмы. Два плазмотрона обрезают кромки листа, а третий — разделяет обрезки на куски, удобные для транспортировки. При зажигании вспомогательной дуги системой XL-Life-Time используют воздух, плазмообразующим газом при резке служит кислород. Зажигание вспомогательной дуги происходит после получения сигнала с датчика о нахождении листа на позиции резки, а после попадания вспомогательной дуги на лист с помощью электромагнитного клапана подается вместо воздуха кислород. Сила тока резки 250 А при ПВ=100%, скорость резки при толщине листа 2,8–12,5 мм находится в пределах 10–3 м/мин, цикл обрезки листа длиной 13 м и толщиной 5 мм длится 140 с. Обеспечивается допуск на точность обрезки кромок ±0,4 мм по всей длине листа. Расплав металла, выдуваемого из реза струей плазмы, приобретает форму гранул в ванне с водой. В установке предусмотрена система диагностики. ● #1308

\* Окончание. Начало в предыдущем номере.



Рис. 3. Области применения различных установок плазменной резки Hi-Focus

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

# ЧАО «Спецсплав»

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

ООО НПП РЕММАШ  
 Украина, 49083, г. Днепропетровск  
 пр. им. Газеты «Правда» 29, к. 603  
 т. (0562)347 009, (056)790 0133  
 тел./факс (056) 371 5242  
 E-mail: remmash\_firm@ukr.net

**Разработка и изготовление оборудования**

**для механизированной дуговой наплавки**

**PM-9** — установка автоматической дуговой наплавки гребней железнодорожных колесных пар



**PM-15** — универсальная установка автоматической дуговой наплавки деталей горного оборудования

**ИЗРМ-5** — универсальная установка автоматической дуговой наплавки малогабаритных цилиндрических деталей



## MTI MIGATEH industries

ISO9001:2000

Установки складання таврових балок серії HZJ

1. Довжина конструкції ..... 6000-15000 мм
2. Ширина головки ..... 200-1300 мм
3. Ширина кінця ..... 9-80 мм
4. Висота стійки ..... 200-3000 мм
5. Товщина стійки ..... 8-70 мм
6. Швидкість складання ..... 0,5-4,5 м/хв.



тел. (044) 360-25-21 факс (044) 498-01-82

www.migateh.com.ua

## ОДО «ЗОНТ» торговая марка АВТОГЕНМАШ

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.



ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ



### Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №6–2012

#### Исследования

**M. ST. Weglowski, M. Zeman.** Изготовление стальных конструкций с помощью сварки в военной промышленности — аттестация сварочного персонала

**A. Kiszka, T. Pfeifer.** Исследование технологии сварки стали НСТ 600Х ZF 100 RBO плавящимся электродом на токе переменной полярности

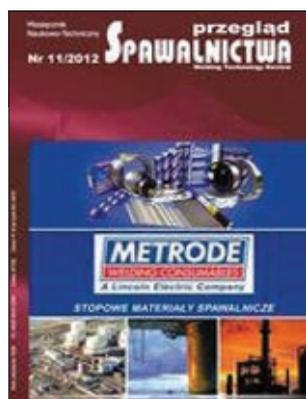
**J. Kozłowski, H. Fryc, J. Czuchryj.** Вопросы оценки качества сварных соединений при строительстве железнодорожного транспорта

**M. Saperski.** Сварка вала трансмиссии привода устройства, предназначенного для монтажа лопастей ротора ветроэлектростанций

**J.Gorka.** Свойства термически обработанной стали S700MC

#### Новые книги

#### Новое оборудование и материалы



### Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №11–2012

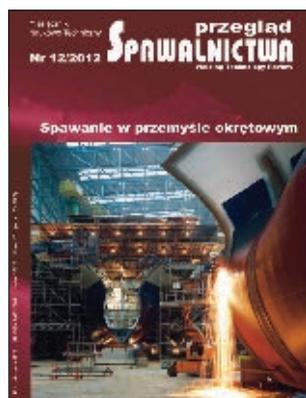
**J.Nowacki, K.Pietrzak.** Микроструктура и свойства покрытий, наплавленных электронным пучком

**A.Murphy.** Влияние металлических испарений на дуговую сварку. Часть 3. Моделирование сварочной дуги. Сварочные дымы

**K.Luksa, J.Fitryk, E.Szpakowski.** Анализ параметров GMA сварки для обнаружения нарушений сварочного процесса

**D.Chromik, J.Stania.** План сварки трубопровода высокого давления

**J.Stania, M.Balcerzak.** Сварка резервуара низкого давления для нефтепродуктов



### Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №12–2012

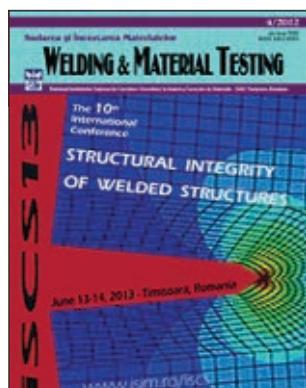
**R.Pakos.** Национальные и международные стандарты ремонта судов

**K. Wakula.** Сварка алюминия на основе опыта фирмы Navikon при строительстве конструкций и алюминиевых корпусов

**D.Fybrych, G.Rogalski, A.Kunowski, D.Mis.** Применение теплоизоляции при выполнении соединения сваркой в изобарных условиях

**G.Regalski.** Влияние несовершенства подводной сварки мокрым методом на механические свойства сварного соединения

**M.Szymczak.** Коррозия и способы обеспечения коррозионной защиты конструкций кораблей



### Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №4–2012

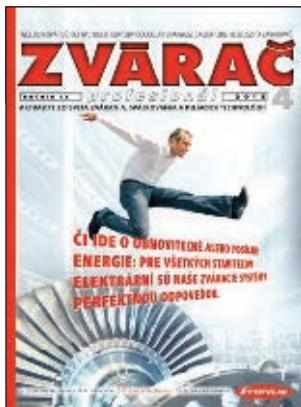
**M. Kutin, M. Radosavljevic, I. Vasovic, M. Ristic, A. Alil, M. Prokolab.** Использование числового моделирования и методов сравнительной диагностики для оптимизации производства продукции

**G. Motateanu, C. Nicolicescu, D. Zorila, I. Stefan.**

Исследование физики твердого тела в углеродистых нержавеющей сталях

**S. Crasteti, D.R. Pascu, D. Buzdugan.**

Характеристика и оценка термонапыления аморфных слоев покрытия. Часть I



## Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) №4–2012

**M.Palacka, M.Packo, D.Drimal.** Восстановление колесных пар наплавкой по технологии 135 MAG

**T.Kramar, P.Kovacocy.** Влияние теплоты предварительного нагрева на структуру сварного шва TRIP стали при сварке лазером

**A.Hobbacher.** Исследование случаев разрушения стальной опоры ветровой электростанции испытанием на излом

**H.Kravarikova.** Решение инверсионной задачи распределения теплоты экспериментальным измерением температуры в ЗТВ

**В.И.Дегтярь.** Восстановление литых деталей с помощью сварки и наплавки

## ПОЗДРАВЛЯЕМ!

# Владимиру Григорьевичу Фартушному – 75

*Сердечно поздравляем президента Общества сварщиков Украины, известного специалиста в области сварочного производства, кандидата технических наук, академика Украинской академии наук Владимира Григорьевича Фартушного со славным юбилеем.*



*Научная, инженерная и организаторская деятельность В.Г. Фартушного тесно связана с Институтом электро-сварки им. Е.О. Патона, где он успешно и плодотворно трудится на протяжении 20 лет, и Всесоюзным проектно-конструкторским институтом сварочного производства (с 1992 г. – УкрИСП), который он возглавлял с 1980 по 2004 г.*

*В ИЭС им. Е.О. Патона В.Г. Фартушный принимал активное участие в создании и испытании установки «Вулкан», на ней в 1969 г. впервые в мире была осуществлена сварка в космическом пространстве.*

*Прошел подготовку в группе космонавтов-испытателей в качестве бортинженера космического корабля «Союз».*

*С 1995 г. В.Г. Фартушный является президентом Общества сварщиков Украины и на этом посту много сил и энергии отдает становлению и развитию Общества.*

***Желаем Владимиру Григорьевичу крепкого здоровья, творческого долголетия и дальнейшей плодотворной деятельности.***

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

# Роботизация современного промышленного производства

О.К. Маковецкая, канд. экон. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

По данным Международной Федерации Робототехники (IFR) 2011 год стал самым успешным более чем за 50-летнюю историю развития рынка промышленных роботов (ПР). В 2011 г. количественный объем продаж ПР в мире возрос на 38% и составил 166 028 единиц, стоимостный – на 46% и достиг 8,5 млрд. дол, а с учетом программного и аппаратного обеспечения стоимостный объем мирового рынка ПР и робототехнических систем оценивается в 25,5 млрд. дол. Это новый рекорд. В конце 2011 г. общемировой парк действующих ПР составил 1153 тыс. ед. Всего же с начала продаж в 1961 г. на мировом рынке было реализовано более 2,31 млн. ПР [1].

Лидерами на рынке ПР являются компании FANUC (Япония), KUKA (Германия), ABB Robotics (США) и Yaskawa (Япония). Суммарная доля продаж этих компаний на мировом рынке ПР в 2011 г. составила около 66% [2]. В табл. 1 приведены данные о количественном объеме ежегодных продаж и общем парке ПР в мире и в основных регионах [1].

Рынок азиатского региона составляет более половины мирового рынка ПР. Благодаря значительным инвестициям в отрасль автомобилестроения объем продаж ПР в Японии в 2011 г. возрос на 27% и составил почти 28 тыс. ед. Таким образом, Япония вновь стала мировым лидером по количеству ежегодно устанавливаемых ПР. Инвестиции в отрасли электроники и электротехники способствовали росту рынка ПР в Республике Корея на 9% до 25,5 тыс. ед. Стабильно высокими темпами растет в последние годы объем продаж ПР в Китае.

В период 2006–2011 гг. количество проданных в Китае ПР увеличилось в четыре раза. Китай, США и Германия в наибольшей степени способствовали росту мирового рынка ПР в 2011 г., объем продаж в этих странах возрос соответственно на 51, 43 и 39% по отношению к 2010 г. и составил: в Китае – 22,6 тыс. ед., в США – 20,5 тыс. ед., в Германии – 19,5 тыс. ед. Помимо Германии, крупнейшего рынка ПР в Европе, в странах ЕС следует отметить рост продаж ПР в Италии – на 13% до 5,1 тыс. ед., Испании – на 61% до 3,1 тыс. ед. и Великобритании – на 72% до 1,5 тыс. ед.

Мировой парк ПР в 2011 г. превысил 1153 тыс. ед., но фактическая численность действующего парка ПР, вероятно, значительно больше, так как на практике большинство ПР успешно эксплуатируют и после истечения их нормативного срока (12–15 лет) службы. Всего же по оценке IFR за 1960–2011 гг. мировой парк ПР составил более чем 2 310 тыс. ед.

Отрасль автомобилестроения – основной потребитель ПР и главная движущая сила развития современного роботостроения. В 2011 г. в отрасли было установлено 59,7 тыс. ПР, что составило 36% от всего объема продаж ПР. При этом благодаря значительному увеличению мощностей отрасли автомобилестроения в странах Азии (Китай, Таиланд, Индия, Тайвань) рост продаж ПР по отношению к 2010 г. составил 55%.

В последние годы значительно возросло потребление ПР в электротехнической про-

Таблица 1. Количество ежегодных продаж ПР и общая численность (парк) ПР всех типов и назначений в регионах мира, ед.

| Регион                     | Ежегодные продажи ПР |         |                |                 | Парк ПР   |           |                |                 |
|----------------------------|----------------------|---------|----------------|-----------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|
|                            | 2010                 | 2011    | 2012<br>оценка | 2015<br>прогноз | 2010      | 2011      | 2012<br>оценка | 2015<br>прогноз |
| Всего в мире, в том числе: | 120 585              | 166 028 | 180 950        | 207 500         | 1 059 162 | 1 153 097 | 1 235 600      | 1 575 500       |
| Америка                    | 17 114               | 26 227  | 30 600         | 35 100          | 179 785   | 192 966   | 209 500        | 267 200         |
| Азия (включая Австралию)   | 69 833               | 88 698  | 98 900         | 116 700         | 520 831   | 576 545   | 621 500        | 841 300         |
| Европа                     | 30 741               | 43 826  | 44 100         | 47 200          | 352 142   | 369 965   | 383 800        | 422 500         |
| Африка                     | 259                  | 323     | 350            | 500             | 2 232     | 66 640    | 74 000         | 93 200          |

мышленности, включая производство компьютеров, медицинских, прецизионных и оптических инструментов, телекоммуникационного оборудования и др. Объем продаж ПР здесь возрос в 2011 г. на 20% и достиг нового пика — 37 500 ед., а доля в отраслевой структуре продаж ПР составила 23%.

В 2011 г. был отмечен также значительный рост продаж ПР в химической, резиновой и пластмассовой промышленности, пищевой промышленности, включая производство напитков, и металлообрабатывающих отраслях. На *рис. 1* показано количество ежегодно устанавливаемых ПР в 2008–2011 гг. в отраслях — основных потребителях ПР в мире.

В настоящее время на мировом рынке ПР представлено четыре основных конструктивных типа ПР: декартовы (или картезианские, портальные, линейные), роботы СКАРА (SCARA), шарнирные и параллельные роботы. На *рис. 2* показана структура мирового рынка ПР по основным конструктивным типам ПР [2, 3].

**Декартовы (картезианские, портальные, линейные) роботы** (*рис. 3*) представляют собой простейшую конструкцию ПР. Обычно эти манипуляторы имеют три линейные оси перемещения, ориентированные перпендикулярно друг к другу. Рабочее пространство, обслуживаемое роботом, имеет форму параллелепипеда. Декартовы роботы могут быть оснащены четвертой осью, располагающейся на конце вертикальной направляющей. Этот тип робота наиболее прост для программирования. Простота конструкции обуславливает и достаточно низкую стоимость такого оборудования. Доля продаж на мировом рынке этих роботов составила в 2011 г. 20% (32 306 ед.).

К недостаткам этих конструкций следует отнести не самую удобную форму обслуживаемого пространства, низкое соотношение размеров обслуживаемого и занимаемого роботом пространства, сильно ограниченные возможности ориентации инструмента и невозможность выполнения операций в пространствах с ограниченным доступом.

Однако в промышленности существует достаточно много работ, при выполнении которых изменение положения инструмента не только не требуется, но и нежелательно. К таким работам относятся операции обработки листовых материалов, например, сверление, резка, пайка, склеивание, операции по укладке и фасовке изделий. Для увеличения производительности при выполне-

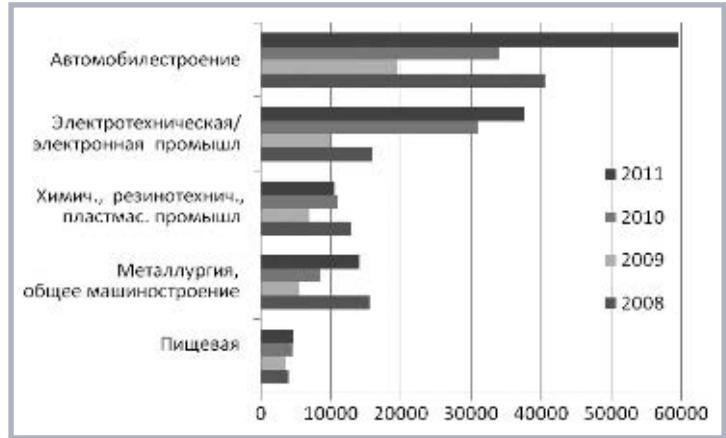


Рис. 1. Количество ежегодно устанавливаемых ПР в отраслях — основных потребителях ПР

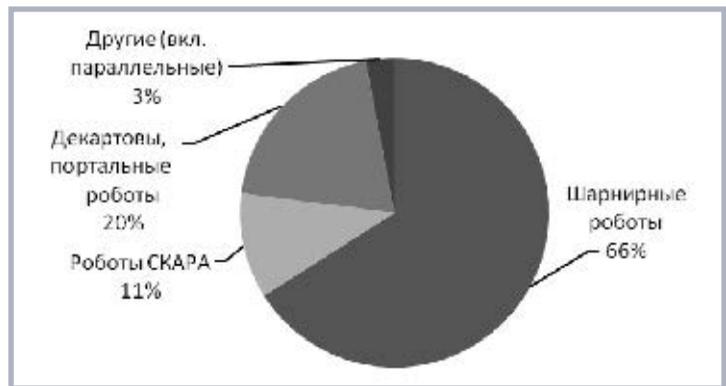


Рис. 2. Структура мирового рынка ПР по основным типам ПР, 2011 г.

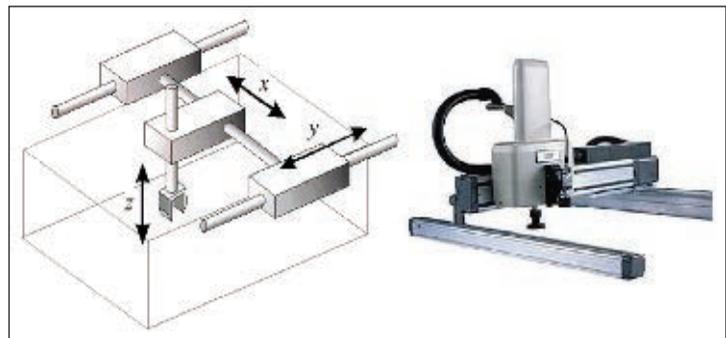
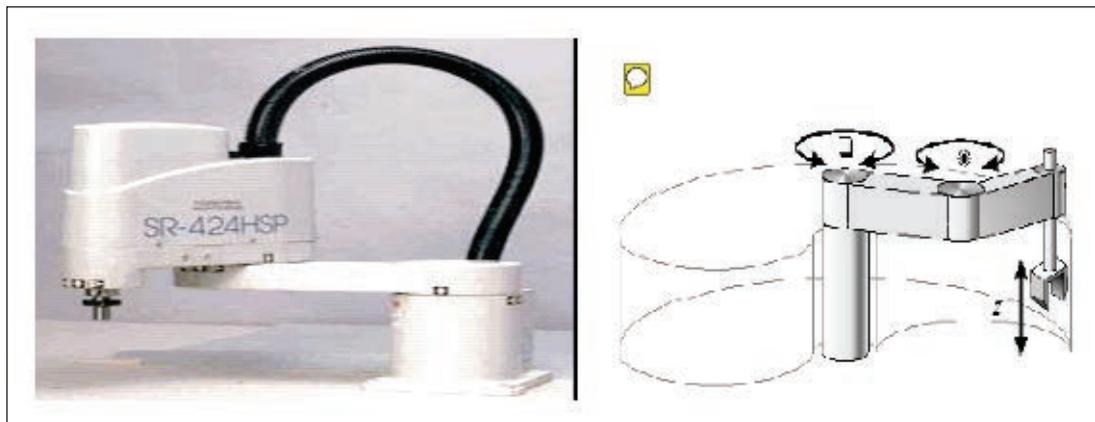


Рис. 3. Декартовы роботы

нии некоторых видов работ этот тип роботов допускает одновременное использование нескольких захватов или обрабатывающих головок, работа которых координируется специальной программой. При наличии функции синхронизации с линейным транспортом такие автоматы позволяют вести технологические процессы в непрерывном режиме.

**Робот СКАРА (SCARA, *рис. 4*)** получил название от аббревиатуры «сборочная роботизированная рука с избирательной гибкостью» (Selective Compliance Assembly Robot Arm). Доля таких роботов на мировом рынке в 2011 г. составила 11% (17 425 ед.). Эта

Рис. 4.  
Робот СКАРА



новая концепция сборочного робота была разработана в Японии в 1981 г. Роботы СКАРА обладают более высокой скоростью выполнения операций, чем декартовы манипуляторы равного класса. Также в отличие от декартовых роботов СКАРА удобны для синхронизации работы не только с ленточными, но и с круговыми конвейерами.

Достоинство роботов СКАРА состоит в параллельном расположении осей соединений, обеспечивающем легкую подвижность руки в плоскости XY, но жесткость в направлении Z. Такая конструкция позволяет автоматизировать многие операции сборки узлов, заключающиеся в простом вкалывании круглых стержней в круглые отверстия без их соединения.

Второй важной особенностью роботов СКАРА является двухзвенная конструкция соединения манипулятора, часто называемая шарнирной и позволяющая ему вытягиваться в определенных пределах и снова втягиваться или «сворачиваться», освобождая занимаемое пространство. Это дает возможность удобно перемещать детали из одного производственного модуля в другой

или загружать-выгружать их в рабочую зону станка, имеющую ограниченный доступ.

**Роботы с шарнирным манипулятором** (рис. 5) занимают ведущую позицию на мировом рынке ПР. В 2011 г. их доля составила 66% (104 755 ед.). Механическая конструкция такого манипулятора по возможности перемещения напоминает действия руки человека и отличается очень высокой гибкостью. Рука робота может занять любое положение и направление внутри зоны обслуживания. Типовые шарнирные роботы имеют пять или шесть программируемых звеньев или осей. Эти роботы удобны для выполнения многих видов операций: сборки, сварки, нанесения покрытий, управления или наладки машин непрерывного литья и др.

Робот с шарнирной рукой для получения требуемого качества сварки может изменять углы ориентации головки сварочного аппарата в любых положениях, что позволяет выполнять сварку в самых труднодоступных местах. Кроме этого, шарнирные роботы компактны и обслуживаемая ими рабочая зона намного больше пространства,

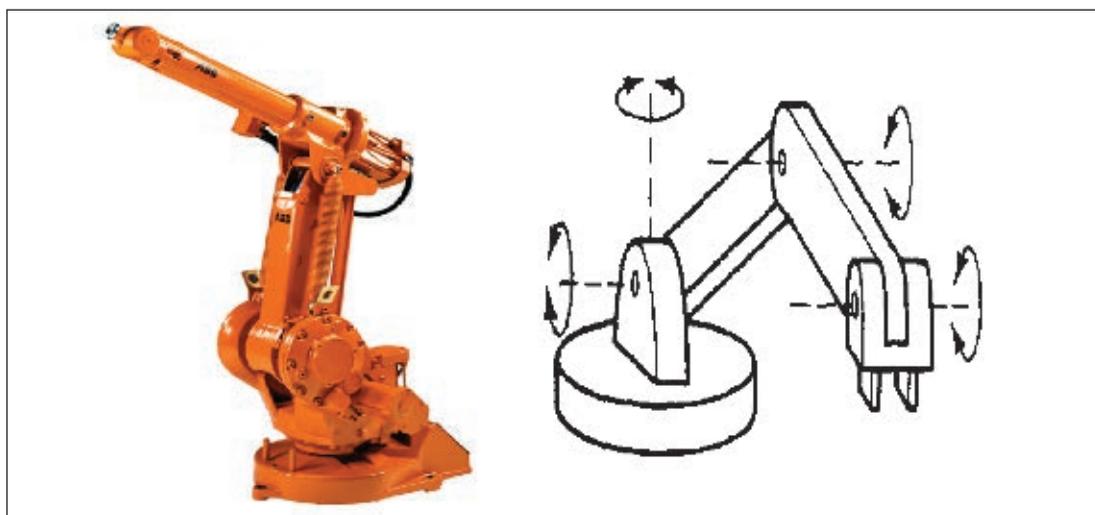


Рис. 5. Робот с шарнирным манипулятором



Рис. 6. Параллельный робот

занимаемого роботом. Отличительной особенностью шарнирных роботов является возможность координированного взаимодействия друг с другом, что дает возможность значительно уменьшить размеры производственных площадей.

**Параллельные роботы** (рис. 6) появились на рынке относительно недавно, в конце XX века. Роботы параллельной структуры характеризуются тем, что их выходное звено (платформа Стюарта) связано с основанием несколькими кинематическими звеньями, работающими параллельно в отношении передачи движения. Такие механизмы очень точны, так как в отличие от традиционных кинематических схем манипуляторов имеют замкнутые кинематические звенья, что позволяет параллельно управлять усилием, скоростью и перемещением по одной координате выходного звена. Каждое из шести кинематических звеньев имеет свой привод и определяет положение выходного звена в пространстве. Зона обслуживания такого манипулятора относительно невелика и имеет вид полусферы, рабочий орган устанавливается в центре верхней платформы сверху или снизу.

Наиболее широко распространенный тип параллельного робота — **дельта-роботы**, предназначенные для манипулирования с большой скоростью небольшими по массе предметами, в основном для выполнения операций «поднять-положить». В настоящее время опыт применения параллельной компоновки ПР накапливается. Например, предложены модели мобильных параллельных роботов для выполнения хирургических операций в медицине, для лазерной сварки и резки, орбитальной сварки трубопроводов, механической обработки и нанесения покрытий на поверхности больших размеров, дробления, смешивания сыпучих материалов, упаковки и др.

В 2011 г. доля продаж параллельных роботов на мировом рынке составила немногим более 1% (2093 ед.), но динамика ежегодного роста рынка этого типа ПР постоянно растет. В 2011 г. увеличение продаж параллельных роботов на рынке ПР составило 61% по отношению к предыдущему году, что в два раза превышает средний показатель роста продаж всех типов ПР. Для сравнения: рост продаж шарнирных роботов в 2011 г. составил 46%, СКАРА — 26%, картезианских — 13%, продажи других типов сократились на 71% [2].

Несмотря на значительный рост рынка ПР, средний уровень автоматизации промышленного производства в мире остается достаточно низким. В 2011 г. среднемировой показатель плотности роботов (количество ПР на 10 тыс. занятых в промышленном производстве) составил 55 ед. Республика Корея, Япония и Германия по показателю плотности ПР относятся к числу стран, промышленное производство которых в наибольшей степени автоматизировано. Показатель плотности ПР в этих странах в 2011 г. составил соответственно: Республика Корея — 347 ед., Япония — 339 ед. и Германия — 261 ед.

Автомобилестроение по сравнению с другими отраслями промышленности является наиболее автоматизированной отраслью. В наибольшей степени предприятия автомобилестроения роботизированы в Японии, Республике Корея, Германии и США.

Основную долю мирового парка ПР (более 80%) составляют роботы, предназначенные для выполнения операций загрузки-разгрузки (около 40%), сварки (около 30%) и сборки (около 10%).

В 2010 г. в мире было установлено более 30 тыс. сварочных роботов, а парк сварочных роботов превысил 300 тыс. ед. В табл. 2 приведены данные о ежегодных продажах и парке различных видов сварочных роботов [1].

**Таблица 2. Количество ежегодно устанавливаемых и общая численность (парк) сварочных ПР всех типов и назначений в мире в 2008–2010 гг., ед.**

| Способ сварки       | Ежегодные продажи ПР |        |        |                  | Парк ПР |         |         |                  |
|---------------------|----------------------|--------|--------|------------------|---------|---------|---------|------------------|
|                     | 2008                 | 2009   | 2010   | Доля, 2010 г., % | 2008    | 2009    | 2010    | Доля, 2010 г., % |
| Дуговая             | 16 551               | 7 291  | 15 654 | 52               | 129 748 | 128 728 | 134 200 | 43               |
| Контактная точечная | 16 083               | 7 957  | 14 172 | 47               | 166 819 | 161 918 | 164 280 | 53               |
| Лазерная            | 330                  | 124    | 292    | 1                | 1 987   | 2 022   | 2 186   | Около 1          |
| Другие способы      | 1 052                | 259    | 200    | –                | 3 458   | 3 616   | 3 564   | Около 1          |
| Пайка               | 531                  | 222    | 17     | –                | 2 987   | 2 844   | 2 509   | Около 1          |
| Другие              | –                    | –      | –      | –                | 1 966   | 1 400   | 1 931   | Около 1          |
| Всего               | 34 547               | 15 553 | 30 326 | 100              | 306 975 | 300 528 | 308 670 | 100              |

**Таблица 3. Количество установленных сварочных роботов в странах мира и их доля в общей численности установленных в 2010 г. ПР**

| Страна           | Кол-во, ед. | Доля, % | Страна   | Кол-во, ед. | Доля, % |
|------------------|-------------|---------|----------|-------------|---------|
| Китай            | 8 000       | 53      | Италия   | 807         | 18      |
| Германия         | 4 129       | 29      | Тайвань  | 605         | 18      |
| Северная Америка | 3 883       | 24      | Испания  | 563         | 30      |
| Республика Корея | 3 800       | 16      | Франция  | 496         | 24      |
| Япония           | 3 609       | 16      | Индия    | 446         | 57      |
| Таиланд          | 1 449       | 59      | Бразилия | 246         | 50      |

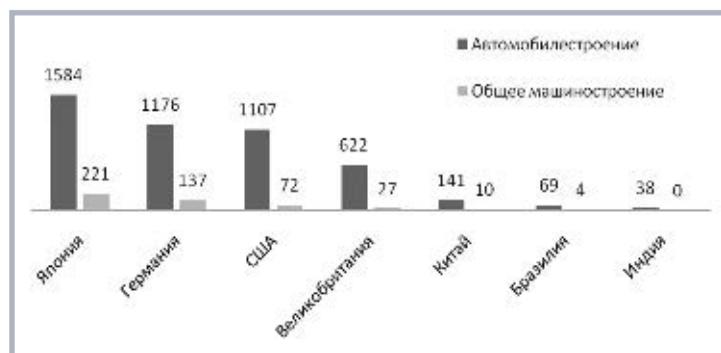
Как видно из данных *табл. 2*, мировой парк сварочных роботов растет, несмотря на существенный спад в период кризиса 2009 г. Подавляющее большинство производимых сварочных роботов предназначено для дуговой и контактной точечной сварки. Основные типы конструкций сварочных ПР – это шарнирные и декартовы ПР. Роботы для контактной точечной сварки используют преимущественно в автомобилестроении. Роботы для дуговой сварки, помимо автомобилестроения, широко применяются в металлообрабатывающих отраслях промышленности. Спрос на сварочные роботы особенно велик в странах, имеющих или развивающих отрасль автомобилестроения, что подтверждают данные, приведенные на *рис. 2* и в *табл. 3* [1, 4].

Рынок робототехники наряду с рынком информационных технологий – наиболее быстро растущий сектор мировой экономики. Прогнозируется, что в период 2012–2017 гг. объем мирового рынка ПР увеличится примерно на 30% и достигнет 32,9 млрд. дол. при среднем ежегодном росте 5,5%. Этому способствует как увеличение объема производства в автомобилестроении, особенно в странах Азии и Южной Америки, так и рост спроса на робототехнику в отраслях общего машиностроения. На *рис. 7* показан прогноз роста производства автомобилей в регионах мира в период до 2017 г. [2].

Сегодня наблюдается отставание в уровне роботизации (по показателю плотности ПР) отраслей общего машиностроения от автомобилестроения, в промышленно развитых странах в 7–8 раз, а странах БРИК – в 19 раз, что является стимулом и потенциалом развития рынка робототехники как в промышленно развитых странах, так и в странах с развивающейся экономикой. На *рис. 8* приведены показатели плотности ПР



**Рис. 7. Мировое производство автомобилей в 2009–2011 гг. и прогноз на 2012–2017 гг., млн. шт.**



**Рис. 8. Показатель плотности ПР в автомобилестроении и отраслях общего машиностроения, ед. на 10 тыс. занятых, 2011 г.**

(количество единиц на 10 тыс. занятых в отрасли) в автомобилестроении и отраслях общего машиностроения Японии, Германии, США и ряда других стран мира [1, 2].

Эксперты компании KUKA – мирового лидера в области робототехники, используя данные Международной Федерации Робототехники, оценили уровень роботизации отраслей общего машиностроения в 10 странах/регионах мира по объему продаж ПР в 2011 г. (табл. 4) [2].

Как показывают данные табл. 4, в промышленно развитых и развивающихся странах, имеется значительный потенциал для роста рынка ПР. Так, например, в 2011 г. мировой рынок станков насчитывал 500 тыс. ед. и только 1,2% (6000 ед.) из них составили роботизированные устройства.

Робототехника – динамично развивающаяся отрасль, которая интегрирует инновационные разработки в области многих научных и технологических направлений, таких как информационные (компьютерные) технологии, измерительные устройства и датчики, материаловедение, управляющие и контролирующие устройства, искусственный интеллект. Достижения этих «составляющих» технологий дают толчок развитию робототехники, и наоборот, необходимость решения задач робототехники порождает открытия в «составляющих» технологиях. Ежегодные затраты на проведение научно-исследовательских работ, выполняемых крупнейшими производителями робототехники, составляет 3–6% от суммы продаж. Например, затраты группы ABB на проведение НИОКР в 2011 г. составили 1,3 млрд. дол. (3,6% от суммы продаж). Группа ABB в области НИОКР тесно сотрудничает с 70 ведущими университетами мира, включая Массачусетский технологический институт (США), Королевский институт технологий (Швеция), Университет в Карлсруе (Германия), Федеральный институт технологий (Швейцария) и др. Научно-исследовательские работы по заказам ABB выполняют более 7,5 тыс. ученых во всем мире [5].

Постоянная работа по совершенствованию и разработке принципиально новых конструкций ПР позволила существенно улучшить технико-экономические показатели предлагаемых сегодня на рынке ПР.

Промышленные роботы – это важнейшая составляющая современного производства. Робототехника дает возможность революционным образом изменить процесс

Таблица 4. Оценка уровня роботизации отраслей общего машиностроения по объему годовых продаж ПР в 2011 г.

| Страна/регион                  | Отрасль |             |                    |       |                 |                |        |
|--------------------------------|---------|-------------|--------------------|-------|-----------------|----------------|--------|
|                                | Пищевая | Электроника | Пластмассы, резина | Литье | Станко-строение | Дуговая сварка | Другие |
| Китай                          | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Германия                       | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| США                            | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Италия                         | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Юго-Восточная Азия             | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Тайвань                        | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Центральная и Восточная Европа | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Испания                        | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Швеция                         | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |
| Франция                        | ■       | ■           | ■                  | ■     | ■               | ■              | ■      |

Примечание. ■ — высокий: ≥ 300 ед., ■ — средний: 150–300 ед., □ — низкий: ≤ 150 ед.

промышленного производства, способствует комплексному решению задач улучшения качества и повышения производительности, экономии материальных, энергетических и людских ресурсов на новом технологическом уровне. Зачастую применение роботов – это сегодня единственно верный способ выживания в условиях конкуренции не только крупносерийного, но и среднего и малого производства.

**Список литературы**

1. **World Robotics 2012**, United nations, new York and Geneva, 2011.
2. **Reuter T. Automatica 2012** // KUKA AG. – May 22, 2012.
3. **К.И. Рахманов. Промышленные роботы** // Главный механик. – 2011. – №2. – с. 52–61.
4. **Karabegovic I., Karabegovic E., Pasic S., Isic S. World Trend of the Industrial Robot Application in the Welding Processes**// *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*. – 2012. – vol.12. – N1. – p. 69–74.
5. **ABB Investor Presentation 2012**// [www.abb.com](http://www.abb.com).
6. **Spitzauer A. KUKA AG Company Presentation**// KUKA AG. – September 2012.
7. **Czinki A., Bruhm H. Innovation Outlook for Industrial Robots**// *Robotica*. – 2012. – v. 18. – N2. – p. 114–119.

● #1309

# Аттестация персонала и... фальшивый диплом IWE

Е.П. Чвертко, IWE, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

В 2012 г. впервые был выявлен поддельный диплом Международного инженера по сварке, причем произошло это в центре Западной Европы — в Бельгии. Дело обстояло следующим образом: обладатель диплома (его имя не названо из этических соображений) в течение почти десяти лет (с 2003 г.) проработал в компании, практически не сталкиваясь с задачами по координации сварочных работ. Другая компания предложила ему контракт, им нужен был координатор, чтобы пройти сертификацию по новым стандартам. Выполняя работы в новой должности, новый координатор принял ряд страных с технической точки зрения решений, которые заставили руководство усомниться в том, что этот человек должным образом прошел обучение в области сварки и родственных технологий. Директор компании запросил копию диплома в Институте сварки Бельгии (поскольку эта организация была упомянута на бланке), в результате чего и была выявлена подмена.

В чем же заключается смысл подделки дипломов такого уровня? И как это может отразиться на деятельности компаний, в которых работает «фальшивый» координатор работ?

В действующих редакциях стандартов в области сварочного производства (напри-

мер, EN 1090-2:2008 «Производство стальных и алюминиевых конструкций — Часть 2: Технические требования к стальным конструкциям», EN 15085-2:2007 «Объекты железнодорожного транспорта — Сварка узлов транспортных средств — Часть 2: Требования к качеству и сертификация сварочного производства» указано, что компания, выполняющая работы по сварке, должна иметь в штате лицо, ответственное за проведение сварочных работ — координатора (в оригинальной англоязычной версии «must have», то есть это обязательное условие, исключений быть не может). В зависимости от объема и сложности работ требуется координатор базового (B), специального (S) или полного (C) уровня (таблица из стандарта EN-1090-2).

Задачи и обязанности координаторов сварочных работ всех уровней описаны в стандарте ДСТУ ISO 14731 «Координация зварювальних робіт. Завдання та функції» (ISO 14731:2006, IDT). В Приложении А этого стандарта приведены ссылки на документы Международного института сварки

Таблица из стандарта EN-1090-2

| EXC  | Steels<br>(steel group)         | Reference standards  | Thickness (mm)      |                          |                |
|------|---------------------------------|--|---------------------|--------------------------|----------------|
|      |                                 |  | t ≤ 25 <sup>a</sup> | 25 < t ≤ 50 <sup>b</sup> | t > 50         |
| EXC2 | S235 to S355<br>(1.1, 1.2, 1.4) | EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4<br>EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3<br>EN 10210-1, EN 10219-1 | B                   | S                        | C <sup>c</sup> |
|      | S420 to S700<br>(1.3, 2, 3)     | EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6<br>EN 10149-2, EN 10149-3<br>EN 10210-1, EN 10219-1             | S                   | C <sup>c</sup>           | C              |
| EXC3 | S235 to S355<br>(1.1, 1.2, 1.4) | EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4<br>EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3<br>EN 10210-1, EN 10219-1 | S                   | C                        | C              |
|      | S420 to S700<br>(1.3, 2, 3)     | EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6<br>EN 10149-2, EN 10149-3<br>EN 10210-1, EN 10219-1             | C                   | C                        | C              |
| EXC4 | All                             | All  | C                   | C                        | C              |

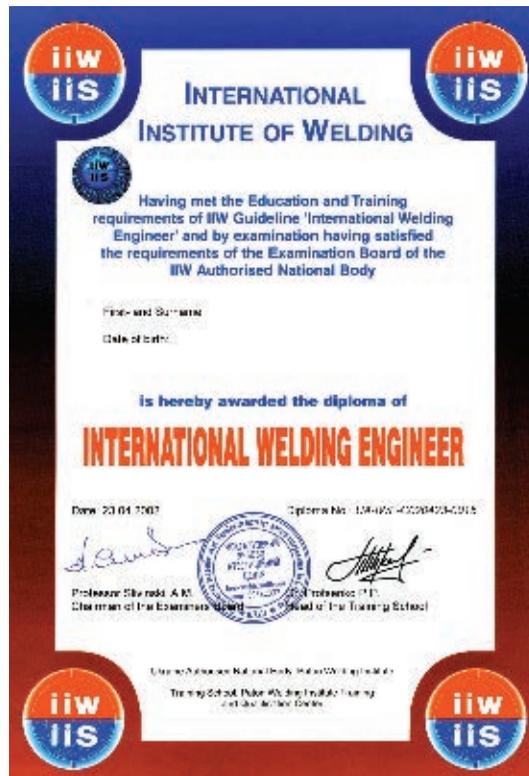
<sup>a</sup> Column base plates and endplates ≤ 50 mm.  
<sup>b</sup> Column base plates and endplates ≤ 75 mm.  
<sup>c</sup> For steels up to and including S275, level S is sufficient.  
<sup>d</sup> For steels N, NL, M and ML, level S is sufficient.

(МИС), в которых описаны требования к организации обучения и аттестации координаторов. Согласно этим документам, кандидату может быть присвоена квалификация Международного инженера по сварке (IWE, полный уровень), технолога (IWT, специальный уровень) и специалиста (IWS, базовый уровень). В стандарте (п. 6.2) также указаны требования к уровню знаний для каждой категории персонала.

Если же в компании нет координаторов требуемого уровня, участие ее в работах, связанных с производством сварных конструкций определенных видов, будет невозможно.

С другой стороны, количество людей, аттестованных как координаторы сварочных работ, согласно требованиям стандарта ISO 14731, в Украине невелико, а спрос на таких специалистов с каждым годом растет: отечественные компании работают с иностранными партнерами и, соответственно, им необходима сертификация. Нередко возникает ситуация, когда у производителя уже налажены связи с зарубежными партнерами и те, в свою очередь, требуют от наших сотрудников периодического повышения квалификации, в том числе и по программам МИС. Бывают случаи, когда руководство направляет сотрудника на аттестацию, но он не соответствует требованиям руководства по обучению (например, не имеет достаточного опыта работы). Случается, что сами кандидаты не соглашаются ехать в Киев на три недели или, приехав, наплеватьски относятся к учебному процессу, а впоследствии возмущаются отрицательными результатами аттестации. Все это создает соблазн ввести работодателя в заблуждение. В этой ситуации важно даже не то, что человек с «липовой» квалификацией будет незаслуженно получать деньги. Проблема в том, что за его ошибки, которые привели к выходу конструкций из строя, отвечать придется компании. Да и ущерб может быть не только материальным, могут пострадать люди.

**Система квалификации персонала МИС.** В конце прошлого века институты сварки из нескольких европейских стран — членов Европейской федерации сварки ([www.ewf.be](http://www.ewf.be)) пришли к выводу о том, что необходимо гармонизировать обучение и аттестацию в этой отрасли. В 1992 г. был утвержден первый гармонизированный курс Европейского инженера по сварке (EWE). Потом были разработаны курсы Европейского технолога (EWT) и специалиста



(EWS), за ними последовали две рабочие категории: Европейский практик (EWP) и сварщик (EW).

В 2000 г. положительный опыт Европейской федерации перенял Международный институт сварки ([www.iiwelding.org](http://www.iiwelding.org)). Европейские программы стали международными, соответственно изменились и их названия. На сегодняшний день в Европе оба диплома признаются наравне, а человек, имеющий диплом Европейского инженера, может без дополнительной аттестации получить диплом международного, и наоборот. Международные же дипломы признаются во всем мире. В 2011 г. Европейская федерация сварки разработала руководство для малых и средних компаний по приведению производства в соответствие с требованиями стандарта EN 1090-2 (оно находится в открытом доступе на сайте организации). В нем, в частности, приведена информация и относительно координаторов сварочных работ.

В каждой стране за корректное внедрение гармонизированных курсов отвечает одна организация — Уполномоченный национальный орган — и только она имеет право проводить аттестацию персонала и выдавать международные дипломы. В Украине это Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е.О. Патона (<http://muac.kpi.ua>). Обучение можно проходить также в уполномоченных учебных

центрах. На сегодняшний день таких центров в Украине два: МУАЦ ИЭС им. Е. О. Патона и Сварочный факультет НТУУ «КПИ» (<http://weld.kpi.ua>).

**Перечень программ МИС, внедренных в Украине.** В МУАЦ ИЭС им. Е. О. Патона в такой перечень входят: Международный инженер (IWE), технолог (IWT), специалист (IWS), практик (IWP) по сварке, сварщик (IW) угловых швов, пластин и труб, инспектор полного (IWI-C), стандартного (IWI-S), базового (IWI-B) уровня.

Сварочный факультет НТУУ «КПИ» проводит обучение и аттестацию по квалификациям Международный инженер (IWE) и технолог (IWT) по сварке.

Следует также отметить, что для Украины разработаны и утверждены сокращенные курсы для людей, имеющих высшее и среднее специальное образование в области сварки. Преподаватели специальных дисциплин и мастера производственного обучения профтехучилищ при прохождении повышения квалификации могут получить

дипломы Международных специалистов и практиков соответственно. Студентам Сварочного факультета НТУУ «КПИ», обучающимся по интегрированному плану, предоставляется возможность получить диплом Международного технолога по окончании курса бакалавра. Диплом бакалавра по направлению «Сварка» дает право на сокращение программы Международного инженера. В стадии внедрения находится аналогичная программа для учащихся ПТУ по профессии «Сварщик» с получением квалификации Международного сварщика.

Каждому выданному диплому присваивается уникальный код, который впоследствии вносится во всемирный реестр. В случае сомнений в подлинности документа (независимо от того, в какой стране он был выдан), для его проверки можно обращаться в МУАЦ ИЭС им. Е.О. Патона (e-mail: [paton\\_muac@ukr.net](mailto:paton_muac@ukr.net)).

*В статье использованы материалы, предоставленные Р. Веннекенсом, директором ABS-BVL.*

● #1310

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



## Петру Прокофьевичу Проценко — 60

**В январе исполнилось 60 лет П. П. Проценко, кандидату технических наук, директору Межотраслевого учебно-аттестационного центра Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины.**

П. П. Проценко является ведущим специалистом в сфере профессиональной подготовки, переподготовки, повышения квалификации, аттестации и сертификации персонала сварочного производства.

Окончив с отличием Киевский политехнический институт по специальности «Оборудование и технология сварочного производства», защитил кандидатскую диссертацию. Он прошел путь от мастера производственного обучения до директора Межотраслевого учебно-аттестационного центра Института электросварки им. Е. О. Патона. При его участии подготовлено больше 30 тысяч специалистов-сварщиков.

П. П. Проценко приложил много усилий для формирования в Украине современной системы профессиональной подготовки сварщиков на уровне международных требований. Он является автором модульных технологий профессиональной подготовки сварщиков, разработанных в соответствии с требованиями Международной организации труда, которые и внедрены в Украине. Под его руководством в рамках украинско-немецкого проекта «Поддержка реформ профессионально-технического образования в Украине» разработаны принципиально новые подходы к определению широкопрофильных профессий в области сварки. Разработаны и утверждены Межотраслевая квалификационная характеристика и Государственный стандарт профессионально-технического образования на интегрированную профессию «Сварщик».

В 1994 г. по инициативе и при непосредственном участии П. П. Проценко был создан Украинский аттестационный комитет сварщиков. Сегодня этот комитет объединяет свыше 250 аттестационных центров разного ведомственного подчинения во всех регионах Украины.

П. П. Проценко входит в авторский коллектив по гармонизации международных и европейских стандартов в области сварки. С его участием разработаны и внедрены в качестве национальных международные стандарты (серии ДСТУ ISO 9606, ДСТУ EN 287, ДСТУ ISO 14731), которые регламентируют требования к уровню квалификации сварщиков и координаторов (руководителей) сварочных работ.

П. П. Проценко одним из первых среди украинских специалистов-сварщиков в 1998 г. получил диплом Европейского (международного) инженера по сварке (IWE).

В 2001 г. возглавляемый П. П. Проценко Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е. О. Патона аккредитован Международным институтом сварки на подготовку персонала с присвоением международных квалификаций в области сварки (международный инженер, международный технолог, международный специалист, международный инспектор, международный сварщик).

**От всей души поздравляем Петра Прокофьевича с юбилеем, желаем здоровья, благополучия и успехов.**

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

# Киевский городской конкурс мастеров производственного обучения по сварке учреждений профессионально-технического образования

11 декабря 2012 г. состоялась 1-й городской конкурс мастеров производственного обучения по сварке учреждений профессионально-технического образования Киева.

Конкурс был организован Управлением профессионально-технического образования и безопасности жизнедеятельности учебных заведений Киевской городской государственной администрации, Обществом сварщиков Украины, Межотраслевым учебно-аттестационным центром (МУАЦ) Института электросварки им. Е.О. Патона.

В конкурсе по профессии «Электросварщик по ручной сварке» приняли участие лучшие мастера 10 учебных заведений профтехобразования. Председатель оргкомитета — К.Б. Мирошниченко, директор учебно-методического кабинета профтехобразования в Киеве, председатель жюри — д-р техн. наук А.А. Кайдалов, вице-президент Общества сварщиков Украины.

Конкурс проводили на базе МУАЦ в три тура: тестирование теоретических знаний, выполнение практических заданий (сварка стальных стыковых образцов: пластин снизу вверх и горизонтально на боку, неповоротной трубы при горизонтальной оси 2/3 окружности снизу вверх и 1/3 окружности при вертикальной оси). Участники представили также доклады о методах преподавания и продемонстрировали профессиональные навыки.

*Призерами конкурса стали:*

**1-е место — А.Л. Остапенко.** Награжден сварочной маской фирмы «Фрониус Украина»;



**2-е место — Р.А. Курьязов.** Награжден бесплатной подпиской на журнал «Автоматическая сварка»;

**3-е место — В.М. Гурвич.**

Все призеры награждены подборками специализированной литературы, бесплатной подпиской на журнал «Сварщик» и другими ценными подарками.

Следующий конкурс мастеров состоится в ноябре 2013 г. на выставке «Укрсварка», которая пройдет в рамках «Промышленного форума».

● #1311

**А.А. Кайдалов,**

д-р техн. наук, вице-президент  
Общества сварщиков Украины

## ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2013**  
на журналы «Сварщик»  
и «Все для сварки. Торговый Ряд».

Подписные индексы: «Сварщик» — 22405; «Все для сварки. Торговый Ряд» — 94640 в каталоге «Укрпошта».



# X Международный конкурс сварщиков «Золотой кубок Бенардоса»

состоится 12–16 августа 2013 г.  
в г. Южный Одесской обл. (Украина)

На конкурс приглашаются сварщики из Украины и других стран,  
имеющие опыт работы.

*Конкурс будет проходить в следующих номинациях:*



**РДЭ** (111)

ручная дуговая сварка  
покрытым электродом



**МАГ** (135)

дуговая сварка металличе-  
ским плавящимся электродом  
в активных газах



**ВИГ** (141)

дуговая сварка вольф-  
рамовым электродом  
в инертных газах



**ГС** (311)

газовая сварка

Победители и призеры конкурса в личном и командном зачетах награждаются:

**Памятным кубком Бенардоса.**

**Дипломом Общества сварщиков Украины.**

**Ценными подарками и денежными премиями.**

**Международным сертификатом сварщика.**

**Организаторы конкурса:**

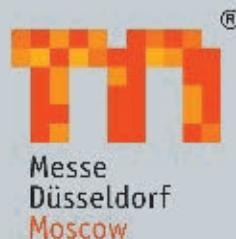
**Общество сварщиков Украины**

**Одесское областное Общество сварщиков Украины**

**Одесский припортовый завод**

Полная информация о конкурсе представлена на сайтах: [www.tzu.key.ua](http://www.tzu.key.ua) и [www.tzu.od.ua](http://www.tzu.od.ua).

Заявки на участие в конкурсе принимаются до 10 мая 2013 г. по адресу:  
Украина, 65003 г. Одесса, Газовый переулок, д. 4, Одесское областное ОСУ,  
Оргкомитет конкурса, факс: + 380-48-758-61-41,  
тел.: + 380-48-758-62-12, 741-14-85, 723-37-40; e-mail: [osu-odessa@ukr.net](mailto:osu-odessa@ukr.net)



# Присоединяйтесь! В Москве!

**WELDING  
& CUTTING**



**RUSSIA**

**RUSSIA ESSEN WELDING & CUTTING**

**25-28.06.2013 МОСКВА / ЭКСПОЦЕНТР**

**5-я Международная  
специализированная выставка  
Сварка. Резка. Наплавка**

# XI Международный промышленный форум

20–23 ноября 2012 г. в Киеве на территории Международного выставочного центра успешно прошел XI Международный промышленный форум.

Промышленный форум ежегодно проводится по Распоряжению КМУ, что говорит о его высоком уровне. Уже 8 лет Форум входит в список ведущих промышленных выставок мира, официально признанных UFI — Всемирной ассоциацией выставочной индустрии.

Организаторами форума выступили Государственное Агентство по управлению государственными корпоративными правами и собственностью Украины, УНК «Укрстанкоинструмент», ООО «Международный выставочный центр».

Промышленный форум проходил в двух павильонах и занимал площадь 15 тыс. квадратных метров. В специализированных выставках приняли участие 420 компаний,

представив оборудование и технологии из 34 стран мира. Форум посетили 10 846 человек. В рамках Форума были представлены национальные экспозиции Республики Беларусь, Словацкой Республики, Турции и Чешской Республики, а также официальные экспозиции Ставропольского края и Чувашской Республики (Россия).

В Форуме традиционно приняли участие отечественные станкоинструментальные заводы, а именно: ХЗКПО «Пригма-Пресс» (Хмельницкий), ЧАО «Черниговский механический завод», ОАО «Одесский завод радиально-сверлильных станков», ПАО «Сумский завод «Энергомаш», ОАО «Прессмаш» (Ивано-Франковск), ЧП «Чип» (Нововольнск) и др.

Постоянные участники выставки — национальные экспозиции Беларуси, Словакии и Турции, представительной и многочисленной в этом году, как и в прошлом, была экспозиция Чехии.

Посетители Форума могли познакомиться с оборудованием представительств европейских и японских станкоинструментальных компаний, таких как Spinner Werkzeugmaschinenfabrik GmbH (Германия), Knuth Werkzeugmaschinen GmbH (Германия), Sodick Company Ltd (Япония), Behringer GmbH (Германия), Alfleth Engineering AG (Швейцария) и др.

Украшением экспозиции стал новый лазерный комплекс TRUMPF, представленный на стенде официального дилера — компании ООО «Сфера-Техно» (Киев).

Все разнообразие последних разработок станкостроительной отрасли Европы, а так-



же образцы оборудования из Азии и США были представлены на стендах ведущих украинских дилеров — компаний «Абпланалп Украина» (Киев), ООО «АКМА-Станкоимпорт» (Днепропетровск), ООО «Батекс» (Киев), ООО ТЦ «ВариУс» (Днепропетровск), ООО «Вебер Комеханикс Украина», ООО «Дельта-Современные технологии» (Днепропетровск), ООО «Зенитек Украина», ООО «Империя металлов» (Харьков), ЧАО ДИТЦ «Контакт» (Днепропетровск), ООО «ОГМ-Технология» (Киев), СП «Стан — Комплект» (Киев), ООО НПП «Станкопромимпорт» (Харьков), ООО «Топстар» (Днепропетровск) и многих других.

Экспозиция металлорежущего инструмента в рамках выставки «Металлообработка» традиционно произвела впечатление на гостей выставки созвездием всемирно известных брендов: CeramTec, Sandvik Coromant, Seco AB, Iscar, Walter, Narex, TaeguTec, Korloy Inc., Sumitomo, Guehring OHG и др.

В 2012 г. на Форуме впервые демонстрировался стенд немецкого бренда ARNO Werkzeuge — одного из лидеров европейского прецизионного станкостроения. Новым участником в 2012 г., который привлек к себе повышенный интерес посетителей, стала компания Klingspor (США) — один из лидеров среди производителей абразивных изделий.

Популярной на Форуме была специализированная выставка «УкрСварка», которая является традиционной площадкой для демонстрации передовых сварочных технологий, новых материалов и оборудования для сварки, резки, пайки и наплавки.

Внимание посетителей привлекли автоматическое сварочное оборудование, представленное на стенде компании ООО «Эсаб Украина» и сварочные роботы, продемонстрированные на стендах ООО «Роботикс Инженерия» (Киев) и ООО «Триада Лтд К°» (Запорожье). Насыщенными и интересными были стендовые экспозиции традиционных участников: Kaunak Teknigi San. Ve Tic. A.S. (Турция), ООО ПИИ «Бинцель Украина» (Киев), ООО «Фрониус-Украина» (Киев), ООО «Завод автогенного оборудования «Донмет» (Краматорск), ООО «Опытный завод сварочного оборудования института электросварки им. Е.О. Патона» (Киев), ОДО «ЗОНТ» (Одесса), ООО «Саммит» (Днепропетровск), НПП «Техмаш» (Одесса), ООО «Центроспав Украина» (Киев), ЧПФ «Фаворит АМ» (Киев), и других компаний.



Состав участников пополнился также компаниями ООО «Велдотерм-Украина» (Ивано-Франковск), Государственное научно-производственное предприятие «Объединение Коммунар» (Харьков) и др.

Для компаний Lastek Belgium n.v (Бельгия) и ОАО «Лосиноостровский электродный завод» (Россия), ООО «НПП «Сварка Евразии» (ТМ СпецЭлектрод) (Россия) участие в выставке «УкрСварка» стало началом успешного выхода на рынок Украины.

Экспозиция специализированной выставки «УкрСварка» предоставила профессионалам сварочной отрасли уникальную возможность получить актуальную информацию о тенденциях рынка на ближайшее время, реализовать коммерческие планы и наладить деловые контакты.

Многие компании подтвердили позитивный результат работы Форума и заявили о желании увеличить масштабы своих будущих стендовых экспозиций в 2013 г.

XII Международный промышленный форум-2013 пройдет 19–22 ноября 2013 г.

● #1312

# Календарь выставок на 2013 г.

## Украина

| Дата        | Место проведения                         | Название выставки                                   | Тематика  | Организатор, контакты  |
|-------------|--|---|---|--|
| 26.03–29.03 | Киев, Международный выставочный центр    | Металлообработка. Инструмент. Пластмасса–2013       | IV Международная специализированная выставка  | ООО «Международный выставочный центр»<br>www.iec-expo.com.ua |
| 03.04–05.04 | Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза» | Трубы& Фитинги Украина 2013                         | Специализированная техническая выставка с международным участием  | ВЦ «КиевЭкспоПлаза»<br>www.weldexpo.com.ua                   |
| 03.04–05.04 | Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза» | Проволока&Метизы Украина 2013                       | Специализированная техническая выставка с международным участием  | ВЦ «КиевЭкспоПлаза»<br>www.weldexpo.com.ua                   |
| 03.04–05.04 | Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза» | Инженерия поверхности 2013                          | Специализированная техническая выставка с международным участием  | ВЦ «КиевЭкспоПлаза»<br>www.weldexpo.com.ua                   |
| 03.04–05.04 | Киев, Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза» | Листовой металл Украина 2013                        | Специализированная техническая выставка с международным участием  | ВЦ «КиевЭкспоПлаза»<br>www.weldexpo.com.ua                   |
| 03.04–05.04 | Днепропетровск, УЗСД «Метеор»            | «Энергопром-2013»                                   | 12-я Национальная выставка энергоэффективности, энергосбережения и электротехники                           | Экспоцентр «Метеор»<br>http://www.expometeor.com             |
| 24.04–25.04 | Запорожье, Козак Палац                   | Композиты и стеклопластики                          | Специализированная выставка композитных и полимерных конструкционных материалов                             | Запорожская ТПП<br>http://www.expo.zp.ua                     |
| 21.05–24.05 | Запорожье, Козак Палац                   | Машиностроение. Металлургия                         | XXI международная специализированная выставка промышленного оборудования и технологий                       | Запорожская ТПП<br>http://www.expo.zp.ua                     |
| 21.05–24.05 | Запорожье, Козак Палац                   | Литье-2013  | IX Международная научно-практическая выставка-конференция   | Запорожская ТПП<br>http://www.expo.zp.ua                     |
| 11.09–13.09 | Днепропетровск, УЗСД «Метеор»            | ЛитЭкс-2013   | 8-я Международная выставка литейной продукции, технологий, оборудования и материалов для производства литья | Экспоцентр «Метеор»<br>http://www.expometeor.com             |
| 08.10–10.10 | Харьков, ПВЦ «Радмир Экспохолл»          | КИП   | 16-я специализированная выставка контрольно-измерительных приборов  | ООО «ЭкспоСервис»<br>www.expos.com.ua                        |
| 15.10–18.10 | Киев, Выставочный центр «КиевЭкспоПлаза» | OSH/Охрана труда 2013                               | Вопросы охраны труда в Украине  | http://www.euroindex.ua                                      |
| 15.10–18.10 | Днепропетровск, УЗСД «Метеор»            | МашПром-2013  | 13-я Международная выставка машиностроения, металлообработки и промышленного оборудования                   | Экспоцентр «Метеор»<br>http://www.expometeor.com             |
| 19.11–22.11 | Киев, Международный выставочный центр    | Металлообработка, УкрМашТех, УкрСварка, УкрПластТех | XI Международный промышленный форум–2013  | ООО «Международный выставочный центр»<br>www.iec-expo.com.ua |
| 26.11–29.11 | Кривой Рог, Дворец молодежи и студентов  | Промышленность. Инвестиции. Технологии              | Выставка-форум с международным участием   | ООО «Кратос» www.kratos.net.ua                               |

## Россия

| Дата        | Место проведения                                 | Название выставки   | Тематика   | Организатор, контакты   |
|-------------|--|---|--|---|
| 12.03–14.03 | Санкт-Петербург, Выставочный комплекс «Ленэкспо» | BLECH Russia–2013   | 3-я Международная выставка оборудования и технологий для обработки листового металла   | Mack Brooks Exhibitions Ltd, ВО «РЕСТЭК»  |
| 12.03–14.03 | Санкт-Петербург, Выставочный комплекс «Ленэкспо» | Петербургская техническая ярмарка (ПТЯ)   | Металлургия. Литейное дело, Металлообработка, Машиностроение   | ГП «РЕСТЭК®»<br>http://www.lenexpo.ru<br>http://www.ptfair.ru/                              |
| 26.03–29.03 | Новосибирск, МВК «Новосибирск Экспоцентр»        | Машиностроение. Металлообработка. Сварка. Металлургия                                       | Выставка металлоизделий, техники, оборудования, станков, инструментов и технологий для обработки металла   | Международный Выставочный Центр «ITE Сибирская ярмарка»<br>http://www.sibmetall.sibfair.ru/ |
| 09.04–11.04 | Волгоград, Волгоградский дворец спорта           | Энергетика. Электротехника. Энергосбережение. Машиностроение. Металлообработка. Сварка–2013 | Специализированная выставка  | ВЦ «Царицынская ярмарка»<br>http://www.exponet.ru   |
| 09.04–12.04 | Пермь, ВЦ «Пермская ярмарка»                     | Металлообработка. Сварка–2013   | 12-я Международная выставка современных технологий, оборудования, материалов и средств защиты для машиностроения, металлообрабатывающей промышленности и сварочного производства | Пермская ярмарка<br>http://www.exponet.ru   |
| 24.04–26.04 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                         | «Экспо Контроль 2013»   | 5-я специализированная выставка приборов и средств контроля, измерений, испытаний  | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://www.rual-interex.ru/                                 |

| Дата        | Место проведения                                   | Название выставки   | Тематика  | Организатор, контакты   |
|-------------|--|---|---|---|
| 15.05–17.05 | Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»             | IX Евро-Азиатский промышленный форум  | Литье, машиностроение, металлообработка   | ВО «Уральские выставки»<br>www.uv2000.ru  |
| 27.05–31.05 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | Металлообработка. 2013  | 14-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности»   | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://www.metobr-expo.ru/                                      |
| 28.05–31.05 | Москва, ВЦ «Крокус Экспо»                          | СкрапЭкспо-2013   | Сбор и переработка лома черных и цветных металлов   | СИБИКО Интернэшнл<br>www.sibico.com, info@sibico.com  |
| 28.05–30.05 | Магнитогорск                                       | Металлургия. Машиностроение. Металлообработка. Сварка   | Десятая межрегиональная выставка  | Восточные Ворота<br>http://expo74.ru/   |
| 25.06–28.06 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | Металлургия-Литмаш  | Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности  | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://www.exposentr.ru   |
| 25.06–28.06 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | Трубы. Россия- 2013   | Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов   | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://www.exposentr.ru   |
| 25.06–28.06 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | Алюминий/Цветмет-2013   | Международная выставка по алюминию, цветным металлам, материалам, технологиям и продукции   | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://www.exposentr.ru   |
| 25.06–28.06 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | Проволока Россия 2013   | Международная выставка оборудования для производства и обработки проволоки, кабеля и метизов  | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://wire-russia.ru   |
| 25.06–28.06 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | Сварка. Резка. Наплавка   | Международная специализированная выставка оборудования и инновационных технологий для сварки, резки, наплавки   | Экспоцентр на Красной Пресне<br>Мессе Эссен ГмбХ и ООО «Мессе Дюссельдорф Москва» www.sus-me.ru |
| 25.06–26.06 | Нижний Новгород, ВК «Нижегородская ярмарка»        | Машиностроение. Станки. Инструмент. Сварка  | 12-я Международная выставка   | ВЗАО «Нижегородская ярмарка»<br>www.yarmarka.ru   |
| 21.08–23.08 | Саратов, ВЦ «Софит-Экспо»                          | Техноэкспо. Станки. Приборы. Оборудование-2013  | 12-я Специализированная промышленная выставка   | ВЦ «Софит-Экспо» www.vmost.ru   |
| 25.08–27.08 | Волгоград, ВолгоградЭКСПО                          | ПромЭКСПО–2013  | Всероссийская специализированная выставка   | ВолгоградЭКСПО<br>http://www.exponet.ru   |
| 04.09–06.09 | Санкт-Петербург                                    | Дефектоскопия. Неразрушающий контроль и диагностика в промышленности                                      | 13-я специализированная выставка  | www.restec.ru   |
| 10.09–13.09 | Ижевск, Культурно-оздоровительный центр «Здоровье» | Машиностроение. Металлургия. Металлообработка–2013  | 12-я Международная специализированная выставка  | Выставочный центр «Удмуртия»<br>http://www.vcdumurtia.ru  |
| 10.09–12.09 | Москва, Экспоцентр                                 | Термообработка–2013   | 7-я международная специализированная выставка технологий и оборудования для термообработки  | Мир-Экспо<br>http://www.htexporus.ru/   |
| 11.09–13.09 | Ростов-на-Дону, КВЦ «ВертолЭкспо»                  | МетМаш Сварка Станкоинструмент  | Промышленный конгресс юга России  | КВЦ «ВертолЭкспо<br>festival@vertolexpo.ru  |
| 25.09–27.09 | Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»                     | Машиностроение. Металлообработка. Казань–2013   | Международная специализированная выставка   | ОАО «Казанская ярмарка»<br>http://www.expomach.ru/rus/  |
| 25.09–27.09 | Санкт-Петербург, Михайловский Манеж                | «Мир мостов-2013»   | X Международный форум   | www.restec.ru   |
| 01.10–04.10 | Новосибирск, ВК «Новосибирск Экспоцентр»           | Сибполитех/ IDES 2013   | Международная промышленная выставка-форум   | Международный Выставочный Центр «ITE Сибирская ярмарка»   |
| 02.10–04.10 | Санкт-Петербург, выставочный комплекс «Ленэкспо»   | Российский промышленник 2013  | Международный промышленный форум. Специализированные выставки: «Промэкспо», «Техноэкспо», «Субконтрактинг», «Машиностроение. Станки. Металлообработка», «Инструмент и техоснастка», «Нанотехнологии», «Автомаш», «Ярмарка комиссионного оборудования» | ЗАО «ЭкспоФорум»<br>http://www.exponet.ru   |
| 02.10–04.10 | Екатеринбург, КОСК «Россия»                        | Техническое перевооружение машиностроительных предприятий России. Станкостроение. Обработка металлов–2013 | Международный научно-промышленный форум   | Универсальные выставки<br>http://www.exponet.ru   |
| 08.10–11.10 | Москва, КВЦ «Сокольник»                            | Weldex / Россварка–2013   | 13-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий  | Выставочный холдинг MVK Компания «Элсвар»<br>www.weldex.ru                                      |
| 29.10–01.11 | Москва, ЦВК «Экспоцентр»                           | MASHEX–12   | 16-я международная специализированная выставка оборудования, комплектующих, материалов, технологий и услуг для металлообработки и машиностроения  | Экспоцентр на Красной Пресне<br>http://www.exposentr.ru<br>www.mashex.ru                        |

| Дата         | Место проведения                       | Название выставки  | Тематика  | Организатор, контакты                    |
|--------------|--|--|---|--|
| 06.11–08.11  | Уфа, Уфимский дворец спорта            | Сварка и контроль–2013   | Межрегиональная специализированная выставка сварочного оборудования, технологий и материалов  | БашЭКСПО<br>www.exponet.ru               |
| 06.11–08.11  | Уфа, Уфимский дворец спорта            | Металлообработка: станки, инструмент, технологии–2013              | Межрегиональная специализированная выставка продукции отраслей машиностроения для промышленности, сельского хозяйства, транспорта и строительства | БашЭКСПО<br>www.basheexpo.ru             |
| 26.11–28.11  | Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо» | Сварка. Контроль и диагностика                                     | Международная специализированная выставка-конференция   | ВО «Уральские выставки»<br>www.uv2000.ru |
| 26.11–28.11  | Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо» | Металлообработка. Инструменты                                      | Специализированная выставка металлообработывающих технологий, оборудования  | ВО «Уральские выставки»<br>www.uv2000.ru |
| 10.12.–12.12 | Тюмень, Выставочный зал                | Станки. Приборы. Инструменты. Промоборудование. Склад. Сварка–2013 | Специализированная выставка   | ОАО «Тюменская ярмарка»<br>www.vmost.ru  |

### Международные выставки

| Дата        | Место проведения    | Название выставки              | Тематика   | Организатор, контакты   |
|-------------|---------------------|--------------------------------|--|---|
| 19.03–21.03 | Келце, Польша       | Welding-Kielce-13              | Международная выставка сварочных технологий и оборудования   | Targi Kielce Zakladowa 1 25-672 Kielce Poland<br>+48 41 365 12 22 +48 41 345 62 61  |
| 19.03–21.03 | Келце, Польша       | EXPO-Surface                   | Выставка технологий обработки поверхности. Защита от коррозии  | Targi Kielce Zakladowa 1 25-672 Kielce Poland<br>+48 41 365 12 22 +48 41 345 62 61  |
| 21.03–23.03 | Парма, Италия       | Motek Italy -2013              | Выставка сборочных, сварочных и обрабатывающих технологий  | Senaf s.r.l. Via Eritrea 21/A 20157 Mailand<br>Fon: +39 02 3320391 http://www.senaf.it/ info@senaf.it   |
| 28.03–30.03 | Стамбул, Турция     | BORU 2013                      | Трубы и трубопроводы   | Ihlas Fuarcilik Ihlas Media Plaza October 29 cd. 23 kat.1 Yenibosna Istanbul Turkey<br>+90 (212) 454 25 20, +90 (212) 454 25 98   |
| 28.03–30.03 | Шэньчжэнь, Китай    | SICW 2013                      | Выставка оборудования для сварки и резки   | CZMA (China Shenzen Machinery Association)<br>Room 1218, 12/F. Hailun Complex NO.6021 ShenNan Avenue, District ShenZhen 518040 China<br>+86 755-83458818 +86 755-83458918 |
| 08.04–12.04 | Ганновер, Германия  | Hannover Messe 2013            | Выставка промышленных технологий   | Deutsche Messe AG Hannover Messegeldnde D-30521 Hannover Germany +49 (0)511 89 0 +49 (0)511 89 32626  |
| 09.04–12.04 | Минск, Белоруссия   | Сварка и резка 2013            | Международная специализированная выставка. Оборудование, материалы, технологические процессы для сварочного производства, приборы контроля | ЗАО «МинскЭкспо» тел.: + 375-17-226 98 58, 226 90 83 факс: +375-17-226 98 58, 226 99 36 e-mail: e_fedorova@solo.by, julia@minskexpo.com                                   |
| 23.04–25.04 | Прага, Чехия        | For Surface 2013               | Международная выставка обработки поверхности и финишных технологий   | ABF a.s. Vaclavske nam. 29 111 21 Praha 1 Czech Republic +420 225 291 121   |
| 14.05–15.05 | Брно, Чехия         | Stainless 2013                 | Международная выставка по нержавеющей стали  | Messe Brinn Vestaviste 1 64700 Brno, Czech Republic Tel: +42 (0)541 151111 Fax: +42 (0)541 153070 www.bvv.cz/ info@bvv.cz   |
| 21.05–24.05 | Нитра, Словакия     | Eurowelding 2013               | Международная выставка по сварке и сварочным технологиям   | Agrokomplex-Vystavnictvo Nitra Vystavna 4 949 01 Nitra Slovakia +421 37 6572 111  |
| 04.06–07.06 | Познань, Польша     | Welding-Poznan                 | Международная выставка сварочных технологий  | Poznan International Fair Ltd. ul. Glogowska 14 60-734 Poznan Fon: +48-61-869-2000 Fax: +48-61-869-2999 http://www.mtp.pl   |
| 04.06–07.06 | Познань, Польша     | Surfex 2013                    | Выставка технологий обработки поверхности  | Poznan International Fair Ltd. ul. Glogowska 14 60-734 Poznan Fon: +48-61-869-2000 Fax: +48-61-869-2999 http://www.mtp.pl   |
| 18.06–21.06 | Шанхай, Китай       | Beijing Essen Welding&Cutting  | Специализированная выставка. Сварка резка и наплавка   | Messe Essen GmbH Postfach 10 01 65 D-45001 Essen Germany +49 (0) 201 724 40 +49 (0)201 724 4248   |
| 15.10–17.10 | Краков, Польша      | Blach-Tech-Expo                | Международная выставка по металлообработке   | Targi w Krakowie Ltd 31-586 Krakow Centralna 41a Str. Poland +48 12 644 59 32 +48 12 644 61 41  |
| 06.11–08.11 | Бусан, Южная Корея  | Welding Busan Korea 2013       | Международная выставка сварки, резки и лазерного оборудования  | Bexco (Busan Exhibition & Convention Center) #1291 Wu 2-dong Haundae-gu Busan 612-827 Korea South +82 (051) 740-7300 +82 (051) 740-7320                                   |
| 04.11–07.11 | Штуттгарт, Германия | Blechexpo&Schweisstec 2013     | Международная выставка обработки металла и технологий соединения   | P.E. Schall GmbH Gustav-Werner-Str. 6 72636 Frickenhausen Germany +49 (0)702 592 06 0 +49 (0)702 592 06 20  |
| 05.11–08.11 | Штуттгарт, Германия | Blechexpo 2013                 | Международная выставка работ и изделий из листового металла  | P.E. Schall GmbH & Co. KG Gustav-Werner-Strasse 6 72636 Frickenhausen Fon: 07025 9206-0 Fax: 07025 9206-620 http://www.schall-messen.de/ info@schall-messen.de            |
| 05.12–08.12 | Бурса, Турция       | Bursa Sheet Metal Technologies | Технологии обработки листового металла   | Тьюап Fairs and Exhibitions Organization Inc. E5 Karayolu Gurpinar Kavsaoy Buyukcekmece Istanbul Turkey +90 (212) 867 11 00 +90 (212) 886 93 99                           |



# 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:



Генеральный  
информационный  
партнер:



## «СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ» в рамках выставки



# СТАНКОСТРОЕНИЕ

**15-18 октября 2013** Крокус Экспо, Москва

при поддержке Торгово-Промышленной палаты РФ и Московской торгово-промышленной палаты

Тематика выставки:

- Оборудование для термической обработки (сварки, резки, пайки, наплавки);
- Оборудование для термической газовой и плазменной резки металла;
- Лазерная сварка, резка, наплавка;
- Дуговая и аргонная сварка металла;
- Контактная сварка. Оборудование и технологии;
- Клейка металла и других материалов. Оборудование, технологии, материалы;
- Ковка металла. Оборудование для создания неразъемных соединений.

Современное оборудование от ведущих компаний



Организатор  
выставки:



ООО «Райт Солюшн»  
info@stankoexpo.com

+7 (495) 988-27-68

[www.stankoexpo.com](http://www.stankoexpo.com)

Генеральный информационный партнер



# К 80-летию первой публикации о подводной сварке

С.Ю. Максимов, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

*Впервые в мировой практике эксперименты с электрическим зарядом в водной среде в лабораторных условиях осуществили в 1887 г. российские ученые Н.Н. Бенардос и проф. Д.А. Лачинов. В бочке с водой они зажгли электрическую дугу между двумя угольными электродами. Правда, эти опыты так и не получили практического применения. О них вспомнили только к началу 30-х годов двадцатого века. В 1932 г. К.К. Хренову удалось создать специальные электроды, пригодные для подводной сварки и резки металла как в пресной, так и в соленой воде, что и подтвердили испытания в Черном море. В 1933 г. в первом номере журнала «Сварщик» выходит его статья «Электросварка под водой», ставшая первой в мире публикацией, посвященной подводной сварке. А уже к середине тридцатых годов ручная дуговая сварка начала применяться на практике.*

Великая Отечественная война подстегнула работы в этом направлении, и уже в марте 1942 г. на базе Московского электромеханического института инженеров железнодорожного транспорта была организована специальная лаборатория, в которой К. К. Хренов смог продолжить свои исследования по усовершенствованию методов и техники подводной сварки и резки металлов. Результатом стала разработка электродного покрытия, способного обеспечить устойчивое (стабильное) горение дуги под водой. После тщательного изучения результатов подводной сварки, физико-химического состава металла швов и его свойств, образец признали пригодным для ремонта подводных частей судов, находящихся на плаву. Этим сразу активно стали пользоваться инженерные части Красной Армии. По примеру нашей страны сварку и резку под водой начали применять и другие воюющие страны. За разработку этого метода и его широкое применение при ремонте судов, а также восстановлении мостов в 1946 г. К.К. Хренов был удостоен Сталинской премии.

Вот что писал о своих работах сам К.К. Хренов в 1946 г.: «Ослепительно яркое пламя вольтовой дуги, как ее называют, образуется при прохождении сильного электрического тока через воздух или другой газ. Это пламя, достигающее температуры 6000–7000°С, легко расплавляет и даже заставляет кипеть, обращая все в пары. При

электрической сварке ток пропускают между стерженьком из стальной проволоки — электродом — и металлом, который сваривают. Образующаяся между ними дуга плавит одновременно как электрод, так и кромки шва. Шов заполняется расплавленным металлом, который, остывая, соединяет в одно целое всю конструкцию. Для улучшения горения дуги и повышения качества сварки электрод покрывается обычно специальными составами — обмазками. Так происходит при обычной сварке на открытом воздухе. В 1932 г. меня заинтересовал вопрос: нельзя ли производить дуговую электросварку под водой? Первые опыты были поставлены в сварочной лаборатории Московского электромеханического института инженеров транспорта. Для этого был взят небольшой железный бачок с проточной водой. При опытах сварщик надевал длинные резиновые перчатки и погружал кисти рук в воду. После некоторых неудач, почти неизбежных во всяком новом деле, удалось впервые осуществить электрическую сварку в воде.

Как же осуществляется горение под водой? Ведь вода тушит огонь! Опыты показали, что электроды, применяемые для подводной сварки, надо покрывать обмазкой особого состава, пропитанной лаком, парафином и другими веществами, не пропускающими воду. Обмазка сохраняет электродный стержень сухим под водой. Это необходимо для устойчивого горения. Сама дуга оказывается «сухой» благодаря любопытному физическому явлению. При горении под водой дуга испаряет и разлагает воду, причем образуется горючий газ — водород. Он поднимается пузырьками на поверхность воды, и он же окаймляет дугу со всех сторон. В этом своеобразном газовом пузыре дуга остается «сухой». Она горит в газе и не соприкасается с водой. Если вода прорывает газовый пузырь, то дуга потухает. Пламя дуги так горячо, что плавит металл под водой почти столь же легко, как и на воздухе. Поэтому «подводная» дуга, как и «сухопутная», производит прочную сварку. Если усилить ток в дуге, то она может насквозь проплавливать и разрезать листы и балки из металла.



В 1932 г. новый способ сварки и резки был испробован на практике. Подводная электросварка применялась при подъеме парохода «Борис», затонувшего в Черном море, а также при исправлении повреждений подводной части парохода «Усури» и при снятии с камней ледокола «Сибиряков». Но особенный размах получили сварочные работы под водой во время Отечественной войны. В результате военных действий были разрушены железнодорожные мосты, затоплены и повреждены морские и речные суда. Их нужно было восстанавливать, ремонтировать и как можно скорее вводить в строй.

Так, например, восстановление разрушенного железнодорожного моста, металлическое пролетное строение которого было сброшено с опор в воду, как правило, начинают с наведения временного моста для возобновления движения поездов. Затем приступают к извлечению из воды разрушенной части. Поднять пролетное строение крупного моста целиком часто бывает невозможно из-за слишком больших размеров и массы. Металлическую ферму необходимо предварительно разделить на несколько частей. Разделить можно тем же способом, которым был разрушен мост, а именно — с помощью взрывчатого вещества. Но для этого нужны сильные заряды взрывчатки, что часто бывает недопустимо: сильный подводный взрыв может повредить временный мост, наведенный на месте разрушенного. Кроме того, под действием подводных



взрывов металл сильно коробится, и его приходится почти целиком отправлять на переплавку. Электрическая же резка дает возможность разделить пролетные строения на части чисто и аккуратно. Извлеченный из воды металл оказывается пригодным для постройки новых мостов. Подводная резка с успехом применялась при восстановлении крупных железнодорожных мостов на Дону, Днепре, Припяти, Западной Двине, Волхове и других реках.

Не менее важное значение имеют подводная сварка и резка металла для морского флота. До войны повреждения подводной части кораблей исправлялись путем постановки корабля в док. После выпуска из дока корабль оказывается на воздухе. Открывается свободный доступ к подводной части судна. Но постановка корабля в док и затем вывод из него требуют много времени и обходятся дорого. Во время войны доков часто не хватало, а в некоторых районах их совсем не было. Подводная сварка и резка дали возможность организовать в широких размерах новый вид судоремонта — силами водолазов, без постановки судна в док. Это позволяло исправлять многие повреждения подводной части кораблей на плаву, иногда прямо в открытом море. Сотни кораблей нашего Военно-Морского флота самостоятельно исправляли полученные в боях повреждения и в кратчайшие сроки возвращались в строй, нанося новые удары по врагу. Подводный судоремонт сохраняет свое зна-

чение и для мирного времени как очень удобный и дешевый способ исправлять многие повреждения кораблей прямо на плаву, без постановки в док».

Подводная сварка и резка металла получила широкое распространение в мирное время при восстановлении разрушенных во время войны объектов народного хозяйства — шлюзовых затворов, портовых сооружений, мостовых переходов, гидротехнических сооружений и подводных трубопроводов самого различного назначения, а также при всевозможных ремонтных работах на подводных частях судов без постановки их в сухой док и очистке русел рек и прибрежных акваторий от затонувших судов. Однако опыт, накопленный к середине 1950-х годов, выявил недостатки ручной дуговой сварки того времени, которые сдерживали расширение областей ее применения.

Учитывая накопленный к тому времени в ИЭС опыт по созданию порошковой проволоки, по предложению академика Б.Е. Патона было принято решение не идти по принятому за рубежом пути использования ручной сварки, а развивать направление механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой. С 1965 г. в ИЭС начинаются фундаментальные исследования металлургических особенностей мокрой подводной сварки, физических характеристик дуги, горящей под водой. Результатом проведенных работ стало создание в 1967 г. порошковой проволоки для сварки нелегированных конструкционных сталей на глубинах до 20 м. По сравнению с ручной сваркой швы, выполненные порошковой проволокой, обеспечивали пониженное содержание водорода в металле шва, большую стой-

кость против образования пор, повышенные механические свойства сварных соединений. Обладая маневренностью и универсальностью ручной сварки, новый процесс позволил почти в 3 раза увеличить производительность сварки, повысить удобство и безопасность работы водолаза-сварщика, улучшить видимость зоны горения дуги.

Параллельно с исследованиями в области подводной сварки в ИЭС, начиная с 1972 г., проводят работы по созданию технологии механизированной дуговой резки порошковой проволокой взамен ручной электрокислородной резки. Применение этого способа повышает производительность процесса и позволяет отказаться от подачи кислорода в зону резки. Последний фактор очень важен при выполнении работ во взрывоопасных условиях. Использование разработанной порошковой проволоки позволяет выполнять технологическую и разделительную резку низколегированных и нержавеющей сталей, алюминия, меди, титана и их сплавов толщиной до 40 мм на глубинах до 60 м.

Сегодня сварка под водой вышла за рамки ремонтных технологий и нашла широкое применение при строительстве. Это и создание плавучих мегаконструкций — аэродромов, платформ для добычи нефти и газа, нефте- и газохранилищ, строительство мостовых переходов и др. Благодаря своей экономичности и маневренности она широко востребована при проведении подводно-технических работ и остается объектом фундаментальных исследований и практических разработок с целью расширения номенклатуры свариваемых сталей и сплавов, увеличения диапазона глубин и повышения качества сварных соединений. ● #1313

**С глубоким прискорбием извещаем о трагической кончине видного специалиста в области сварочно-производства, металлургии и тяжелого машиностроения, талантливого организатора и руководителя, человека, имевшего высокие моральные ценности, — Виктора Васильевича Черныха.**



В 1953 г., после окончания МВТУ им. Баумана, Виктор Васильевич был направлен в отдел сварки Новокраматорского машиностроительного завода г. Краматорска, где он проработал до 1965 г. Здесь он проявил незаурядные способности инженера и организатора, внес особо важный вклад в дело внедрения, развития и совершенствования нового способа соединения крупногабаритных заготовок большой толщины — электрошлаковой сварки.

С 1965 по 1990 гг. Виктор Васильевич работал в Министерстве тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения СССР, где занимался проблемами создания и внедрения передовых технологий производства, в том числе сварных конструкций ответственного назначения, а также приобщением специалистов отрасли к деятельности МИСа. С 1990 г. активно работал в Российском научно-техническом сварочном обществе. Защитил кандидатскую диссертацию.

Виктор Васильевич Черных отдал все свои знания, талант и опыт служению научно-техническому прогрессу, плодотворному сотрудничеству сварочной науки и техники с производством. Он навсегда останется в памяти и сердцах многих сотрудников, которые с ним плодотворно работали и общались.

Выражаем глубокие соболезнования родным и близким погибшего.

*Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия, редакционный совет и редакция журнала «Сварщик»*

# Открыта подписка-2013 на журнал «Сварщик»

в почтовых отделениях Украины,  
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»             | (0522) 32-03-00  |
|                 | ООО «САММИТ-Кременчуг»        | (05366) 79-90-19 |
| Кривой Рог      | ООО «САММИТ-Кременчуг»        | 0536(6) 3-21-88  |
| Луганск         | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0564) 66-24-36  |
| Луцк            | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0642) 53-81-07  |
| Львов           | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0332) 72-05-48  |
|                 | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0322) 39-28-69  |
|                 | «Львівські оголошення»        | (0322) 97-15-15  |
|                 | ООО «САММИТ-Львов 247»        | (0322) 74-32-23  |
| Мариуполь       | «Фактор»                      | (0322) 41-83-91  |
| Нежин           | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0629) 33-54-98  |
| Николаев        | ЧП «Прес-Курьер»              | (04631) 5-37-66  |
|                 | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0512) 47-10-82  |
|                 | ООО «Ноу Хау»                 | (0512) 47-20-03  |
|                 | ООО «САММИТ-Николаев»         | (0512) 23-40-86  |
| Одесса          | ЧП «ТЕПС & Со»                | (0512) 47-47-35  |
| Прилуки         | ЗАО «Блиц-Информ»             | (048) 711-70-79  |
| Полтава         | ЧП «Прес-Курьер» (филиал)     | (04637) 3-04-62  |
| Ровно           | ЗАО «Блиц-Информ»             | (05322) 7-31-41  |
| Севастополь     | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0362) 62-56-26  |
|                 | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0692) 55-44-51  |
| Симферополь     | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0652) 24-93-00  |
|                 | ДП «САММИТ-Крым»              | (0652) 44-36-95  |
| Сумы            | ЗАО «Блиц-Информ»             | (0542) 27-52-09  |
|                 | ООО «Диада»                   | (0542) 37-03-55  |
| Тернополь       | 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  |
| Черкасы         | 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, 62Б или по факсу: (044) 287-6502.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.  
В 2013 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».**

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 |
| 1303 | 1304 | 1305 | 1306 | 1307 | 1308 | 1309 | 1310 | 1311 |

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<br>(после обрезки<br>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).  
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 рекламных-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:** флэш-диск, DVD 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. Абрамшвили**  
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/



# 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





# 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

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](mailto:info@elna.com.ua) [www.elna.com.ua](http://www.elna.com.ua)

