

▲ ЭА-400/10У

▲ ТМЛ-3У

▲ ЭА-981/15

▲ ОЗЛ-6

▲ К-100

▲ ЭА-395/9



Украина, 83017,  
г. Донецк, пер. Вятский, 2 «Б»  
тел.: (062) 382 94 49; 332 26 52  
тел./факс: (062) 332 26 51; 312-76-97  
e-mail: [market@arcsel.com.ua](mailto:market@arcsel.com.ua)  
url: [www.arcsel.com.ua](http://www.arcsel.com.ua)



ЭЛЕКТРОДЫ  
ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ  
СВАРКИ

ООО «АРКСЭЛ»  
Украина, 83017, г. Донецк, пер. Вятский, 2а  
тел.: (062) 382 9444, тел./факс: (062) 382 9448  
URL: [www.arcsel.com.ua](http://www.arcsel.com.ua)  
E-mail: [info@arcsel.com.ua](mailto:info@arcsel.com.ua)

ЭЛЕКТРОДЫ  
ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ  
СВАРКИ

ООО «АРКСЭЛ»  
Украина, 83017, г. Донецк, пер. Вятский, 2а  
тел.: (062) 382 9444, тел./факс: (062) 382 9448  
URL: [www.arcsel.com.ua](http://www.arcsel.com.ua)  
E-mail: [info@arcsel.com.ua](mailto:info@arcsel.com.ua)

ЭЛЕКТРОДЫ  
ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ  
СВАРКИ

ООО «АРКСЭЛ»  
Украина, 83017, г. Донецк, пер. Вятский, 2а  
тел.: (062) 382 9444, тел./факс: (062) 382 9448  
URL: [www.arcsel.com.ua](http://www.arcsel.com.ua)  
E-mail: [info@arcsel.com.ua](mailto:info@arcsel.com.ua)





# УКРНІХРОМ



Sandvik Materials Technology (Швеція)  
Ведущий производитель сварочных материалов

Продукция: ER 307 (CB 08X20H9Г7Т), ER 308 (CB 04X19H9), ER 308 LSI (CB 01X19H9), ER 309 (CB 07X25H13), ER 316 (CB 04X19H11M3), ER 347 (CB 07X19H105) и др.



ThyssenKrupp VDM

ThyssenKrupp VDM (Германия)  
Мировой лидер в производстве  
высоколегированных сталей и сплавов

Продукция: Nicrofer 6020 сплав 625, Nicrofer B616 (CB 06X15H60M15), Nicrofer K7017 (03Л-25Б) (CB 06X15H60M15) Nicorros 400 (монель НМЖМц28-2,5-1,5), Cronix 80E (X20H80-H) и др.



Lincoln Electric (США)  
Ведущий производитель сварочных  
аппаратов и сварочных материалов

Продукция: LincolnCV-420, V145-S,  
Powertec-350C PRO, Powertec-500S PRO,  
Lincoln V270-TP, Lincoln STT-II и др.

e-mail: [info@ukrnichrom.com](mailto:info@ukrnichrom.com)

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

49070, г. Днепропетровск, ул. Ленина, 41, оф. 325

Днепропетровск: 8 (0562) 33-74-35, 8 (056) 372-70-25, Донецк: 8 (062)339-60-36, Киев: 8 (044) 501-44-53, Харьков: 8 (057) 761-16-97



4 (68) 2009

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

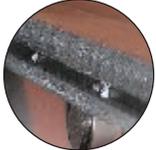
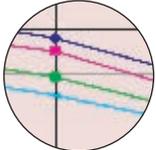
Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

# Сварщик®

информационно-технический журнал  
Технологии  
Производство  
Сервис

4-2009

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |    |   |
|--|--|----|---|
|  | <b>Новости техники и технологий</b> .....  | 4  |    |
|  | <b>Производственный опыт</b>   |    |   |
|  | Наплавка штампового инструмента для горячего деформирования металла<br>слоем мартенситностареющей стали. <i>И.А.Кондратьев, И.А.Рябцев</i> .....                 | 6  |   |
|  | Повышение надежности аппаратуры для газокислородной резки и сварки<br>металлов. <i>М.М.Лилько, А.А.Мацкевич</i> .....  | 9  |    |
|  | Технология индукционной термообработки сварных стыков коксовой<br>камеры. <i>А.А.Шуляк, А.В. Старцев, Е.М. Коровин, П.М. Корольков</i> .....                     | 14 |   |
|  | <b>Наши консультации</b> .....   | 19 |   |
|  | <b>Технологии и оборудование</b>   |    |   |
|  | Теплозащитные покрытия с металлическим подслоем, полученным<br>электроискровым легированием.<br><i>Г.С. Каплина, Е.А. Астахов, А.И.Кильдий, Л.В.Кучер</i> .....  | 20 |  |
|  | Технология роботизированной СМТ сварки тонкостенных коробчатых<br>конструкций .....  | 24 |  |
|  | Электролизно-водные генераторы для газопламенной обработки<br>материалов. <i>В.Н. Корж, Ю.С. Попиль</i> .....  | 26 |  |
|  | Типовые установки производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической<br>дуговой сварки. <i>С.В. Дубовецкий</i> .....  | 30 |   |
|  | <b>Выставки и конференции</b>  |    |   |
|  | IX Международная выставка «WELDEX/Россварка» .....   | 34 |  |
|  | <b>Зарубежные коллеги</b> .....  | 37 |   |
|  | <b>Охрана труда</b>  |    |   |
|  | Современное состояние нормативной базы по электромагнитной<br>безопасности и пути ее совершенствования.<br><i>Л.А.Левченко, С.А.Лукьяненко, И.Н.Ковтун</i> ..... | 38 |  |
|  | <b>Web-страницы</b>  |    |   |
|  | Удивительные материалы .....   | 40 |  |
|  | Физические свойства, характеристика и применение некоторых<br>специальных сплавов .....  | 45 |   |

|   |    |
|---|----|
| <b>Новини техніки й технологій</b> .....  | 4  |
| <b>Виробничий досвід</b>  |    |
| • Наплавлення штампового інструмента для гарячого деформування металу шаром мартенситностаріючої сталі. <i>І.А.Кондратьєв, І.О.Рябцев</i> .....     | 6  |
| • Підвищення надійності апаратури для газокисневого різання й зварювання металів. <i>М.М.Лилько, А.А.Мацкевич</i> .....                             | 9  |
| • Технологія індукційної термообробки зварних стиків коксової камери. <i>А.А.Шуляк, А.В. Старцев, Є.М. Коровін, П.М. Корольков</i> .....            | 14 |
| <b>Наші консультації</b> .....  | 19 |
| <b>Технології й устаткування</b>  |    |
| • Теплозахисні покриття з металевим підшаром, отриманим електроіскровим легуванням. <i>Г.С. Каплина, Е.А. Астахов, А.І.Кильдїй, Л.В.Кучер</i> ..... | 20 |
| • Технологія роботизованого СМТ зварювання тонкостінних коробчатих конструкцій .....  | 24 |
| • Електролізно-водні генератори для газополуменевої обробки матеріалів. <i>В.М. Корж, Ю.С. Попіль</i> .....   | 26 |
| • Типові установки виробництва ТОВ «НАВКО-ТЕХ» для автоматичного дугового зварювання. <i>С.В. Дубовецький</i> .....                                 | 30 |
| <b>Виставки й конференції</b>   |    |
| • IX Міжнародна виставка «WELDEX/Россварка» .....   | 34 |
| <b>Зарубіжні колеги</b> .....   | 37 |
| <b>Охорона праці</b>  |    |
| • Сучасний стан нормативної бази щодо електромагнітної безпеки й шляхи її вдосконалення. <i>Л.А.Левченко, С.А.Лук'яненко, І.Н.Ковтун</i> .....      | 38 |
| <b>Web-сторінки</b>   |    |
| • Дивні матеріали .....   | 40 |
| • Фізичні властивості, характеристика й застосування деяких спеціальних сплавів .....   | 45 |

## CONTENT

|  |    |
|--|----|
| <b>News of technique and technologies</b> .....  | 4  |
| <b>Industrial experience</b>   |    |
| • Cladding of stamp tools for hot deformation of metal by a layer alloy martensite of steel. <i>I.A.Kondrat'ev, I.A.Ryabtsev</i> .....             | 6  |
| • Increase of reliability of the equipment for gaseous oxygen cutting and welding of metals. <i>M.M.Lil'ko, A.A.Matskevich</i> .....               | 9  |
| • Technology of induction heat treatment of welded joints coke bin. <i>A.V.Startsev, E.M.Korovin, P.M.Korol'kov</i> .....                          | 14 |
| <b>Our consultations</b> .....   | 19 |
| <b>Technologies and equipment</b>  |    |
| • Heat-shielding coverings with metal substrate, received electrospark alloying. <i>G.S.Kaplina, E.A.Astakhov, A.I.Kil'diy, L.V.Kucher</i> .....   | 20 |
| • Technology robotized CMT welding thin-walled box-shaped designs ..   | 24 |
| • Electrolysis-water generators for flame machining of materials. <i>V.N.Korshz, Yu.S.Popil'</i> .....   | 26 |
| • Typical installations generated «НАВКО-ТЕХ» Ltd. for automatic arc welding. <i>S.V.Dubovetskiy</i> .....   | 30 |
| <b>Exhibitions and conferences</b>   |    |
| • IX the International exhibition «WELDEX/Россварка» .....   | 34 |
| <b>The foreign colleagues</b> .....  | 37 |
| <b>Labour protection</b>   |    |
| • Modern condition of normative base on electromagnetic safety and way of its improvement. <i>L.A.Levchenko, S.A.Luk'yanenko, I.N.Kovtun</i> ..... | 38 |
| <b>Web-pages</b>   |    |
| • Surprising materials .....   | 40 |
| • Physical properties, characteristic and application of some special alloys .....   | 45 |

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

|  |  |
|--|--|
| <b>Учредители</b>  | Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Общество с ограниченной ответственностью «Экотехнология»  |
| <b>Издатель</b>  | ООО «Экотехнология»  |
| <b>Издание журнала поддерживают</b>  | Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»<br>Журнал издается при содействии UNIDO   |
|  |  |
| <b>Главный редактор</b>  | К. А. Ющенко   |
| <b>Зам. главного редактора</b>   | Б. В. Юрлов,<br>Е. К. Доброхотова  |
| <b>Редакционная коллегия</b>   | В. В. Андреев, В. Н. Бернадский, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев                                |
| <b>Редакционный совет</b>  | 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 |
| <b>Редакция</b>  | Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина  |
| <b>Маркетинг и реклама</b>   | В. Г. Абрамишвили,<br>Ю. Б. Иванова  |
| <b>Верстка</b>   | Т. Д. Пашигорова, О. А. Трофимец   |
| <b>Адрес редакции</b>  | 03150 Киев, ул. Горького, 66   |
| <b>Телефон</b>   | +380 44 528 3523, 529 8651   |
| <b>Тел./факс</b>   | +380 44 287 6502, 287 6602   |
| <b>E-mail</b>  | welder@welder.kiev.ua,<br>welder.kiev@gmail.com  |
| <b>URL</b>   | http://www.welder.kiev.ua/   |
| <b>Представительство в Беларуси</b>  | Минск<br>Вячеслав Дмитриевич Сиваков<br>+375 17 213 1991, 246 4245   |
| <b>Представительство в России</b>  | Москва, ООО «Центр трансфера технологий»<br>ИЭС им. Е. О. Патона<br>М. П. Пономарева<br>+7 495 626 0905<br>e-mail: ctt94@mail.ru   |
| <b>Представительство в Латвии</b>  | Рига, Ирина Бойко<br>+371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.)<br>e-mail: irinaboyko@inbox.lv   |
| <b>Представительство в Литве</b>   | Вильнюс, Вячеслав Арончик<br>+370 6 999 9844<br>e-mail: info@amatu.lt  |
| <b>Представительство в Болгарии</b>  | София, Стоян Томанов<br>+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)<br>e-mail: evertood@mail.bg<br>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 13.08.2009. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 13/08 от 13.08.2009. Тираж 3000 экз. Печать: издательство «Аврора Принт», 2009. 02081 Киев, ул. Причальная, 5. Тел./ф. (044) 502-61-31. © ООО «Экотехнология», 2009

### Наплавка штампового инструмента для горячего деформирования металла слоем мартенситностареющей стали



*И.А.Кондратьев, И.А.Рябцев*

Рассмотрен актуальный вопрос создания наплавочных материалов, которые обеспечили бы после наплавки получение металла относительно невысокой твердости, позволяющей производить его механическую обработку резанием, а после отпуска обеспечить напавленному металлу высокую твердость и хорошие эксплуатационные свойства. В числе таких материалов мартенситостареющие стали. Приведены результаты исследований, проведенных в ИЭС им. Е.О.Патона, по которым разработаны самозащитные марки порошковой проволоки ПП-АН193 и ПП-АН204 для наплавки штампового инструмента.

### Повышение надежности аппаратуры для газокислородной резки и сварки металлов

*М.М.Лилько, А.А.Мацкевич*

Приведена характеристика горючих газов; резаки серии «Эффект»; различные компоновки мундштуков и режимов резки. Рассмотрены основные положения Правил безопасности в газовом хозяйстве, в системе газоснабжения и при производстве ацетилен и газопламенной обработке металлов. Описана газорезущая аппаратура ОАО «Эффект».

### Технология индукционной термообработки сварных стыков коксовой камеры

*А.А.Шуляк, А.В.Старцев, Е.М.Коровин, П.М.Корольков*

Рассмотрен опыт изготовления коксовой камеры в монтажных условиях. Описана технология сварочных работ. Полученный опыт местной термической обработки сварных соединений крупногабаритных сосудов давления с использованием индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц рекомендуется для широкого применения в различных отраслях промышленности.

### Теплозащитные покрытия с металлическим подслоем, полученным электроискровым легированием

*Г.С.Каплина, Е.А.Астахов, А.И.Кильдид, Л.В.Кучер*

Статья посвящена исследованию возможности получения методом ЭИЛ металлического подслоя для формирования на нем детонационным методом теплозащитного слоя. Приведены режимы детонационного напыления, характеристики слоев, полученных ЭИЛ стальной поверхности электродом из сплава NiCoCrAlY. Установлена эффективность таких теплозащитных покрытий, что позволяет рекомендовать их машиностроительным предприятиям.

### Электролизно-водные генераторы для газопламенной обработки материалов

*В.Н.Корж, Ю.С.Попиль*

Приведен обзор существующих электролизно-водных генераторов (ЭВГ), рассмотрена эффективность их использования при газопламенной обработке материалов. Даны технические характеристики некоторых ЭВГ, описаны основные конструктивные схемы электролизеров: монополярного и биполярного типов.

### Наплавлення штампового інструмента для горячего деформирования металла шаром мартенситностареющей стали



*І.А.Кондратьєв, І.О.Рябцев*

Розглянуто актуальне питання створення наплавочних матеріалів, які забезпечили б після наплавлення одержання металу невисокої твердості, що дозволяє виконувати його механічну обробку різанням, а після відпуску забезпечити напавленому металу високу твердість і гарні експлуатаційні властивості. У числі таких матеріалів мартенситностареючі сталі. Наведено результати досліджень, проведених в ІЕЗ ім. Є.О.Патона, за якими розроблені самозахисні марки порошкового дроту ПП-АН193 і ПП-АН204 для наплавлення штампового інструмента.

### Підвищення надійності апаратури для газокисневого різання й зварювання металів

*М.М.Лилько, А.А.Мацкевич*

Наведено характеристику горючих газів; різали серії «Эффект»; різні компоновки мундштуків і режимів різання. Розглянуто основні положення Правил безпеки в газовому господарстві, у системі газопостачання й при виробництві ацетилену й газополуменевій обробці металів. Описана газорізюча апаратура ВАТ «Эффект».

### Технологія індукційної термообробки зварних стиків коксової камери

*А.А.Шуляк, А.В.Старцев, Є.М.Коровін, П.М.Корольков*

Розглянуто досвід виготовлення коксової камери в монтажних умовах. Описано технологію зварювальних робіт. Отриманий досвід місцевої термічної обробки зварних з'єднань великогабаритних посудин тиску з використанням індукційного нагрівання струмами середньої частоти 2500 Гц рекомендується для широкого застосування в різних галузях промисловості.

### Теплозахисні покриття з металевим підшаром, отриманим електроіскровим легуванням

*Г.С.Каплина, Є.А.Астахов, А.І.Кильдід, Л.В.Кучер*

Стаття присвячена дослідженню можливості одержання методом ЕІЛ металевго підшару для формування на ньому детонаційним методом теплозахисного шару. Наведено режими детонаційного напылювання, характеристики шарів, отриманих ЕІЛ сталевій поверхні електродом зі сплаву NiCoCrAlY. Установлено ефективність таких теплозахисних покриттів, що дозволяє рекомендувати їх машинобудівним підприємствам.

### Электролизно-водні генератори для газополуменевої обробки матеріалів

*В.Н.Корж, Ю.С.Попиль*

Наведено огляд існуючих електролизно-водних генераторів (ЕВГ), розглянута ефективність їхнього використання при газополуменевій обробці матеріалів. Дано технічні характеристики деяких ЕВГ, описані основні конструкційні схеми електролізерів: монополярного й біполярного типів.

# ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2009** на журналы «Сварщик» и «Все для сварки. Торговый Ряд».

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



## Куттер кромкоскалывающих машин

Куттер (большое круглое зубило), работающее в непрерывном режиме, представляет собой плоский усеченный конус со специальными пазми на наружной поверхности, служащими для продвижения заготовки по машине. Работает одновременно как зубило, скалывая кромку, и как движитель, захватывая пазми заготовку, продвигает машину вперед при обработке больших заготовок или заготовку в машине при работе на мелких деталях.

Для украинских машин СЭЛМА МКС-18, МКС-18У, МКС-21У, МКС 21У-03, итальянских Challenge GBC-18, GBC-18U, канадских Gullko KBM-18, KBM-18U применяют куттер с наружным диаметром 110 мм, унифицированный для всех моделей машин.

При скалывании кромки сверху листа колеса машины должны быть подняты, машина должна висеть на заготовке. При скалывании кромки снизу машина на пружинах

Скалывание кромки листа машиной МКС-18У



нах подпирает заготовку. Ось вращения опорного ролика параллельна поверхности заготовки.

Применяемые в некоторых публикациях выражения типа «фреза захватывает... и одновременно фрезерует» вводит в заблуждение производителей. Называть скалывающий инструмент фрезой ни в коем случае нельзя, ничего общего с фрезерованием этот процесс не имеет. Были попытки «фрезеровать»: сначала нагревается куттер, затем он лопаётся, прихватывает с собой пару шлицев вала, а для машин типа МКС-18, GBC-18, KBM-18 еще гипоидную пару редуктора. Все это происходит на первых метрах работы. Редуктор машин типа МКС-21У такое обращение обычно выдерживает, на одном из заводов в Сибири сломали около двадцати куттеров, редуктор выдержал (машина МКС 21У-03).

Обычно ресурс куттера до перезаточки 200–220 м. Известен случай, когда было обработано без заточки 4 км (машина МКС-21У, кромка 10–14 мм, угол 45°). Главную роль в этом рекорде сыграли качество куттера и квалификация оператора машины.

Куттер затачивают на плоскошлифовальном станке снимая слой металла с рабочей поверхности. При установке на машину под куттер необходимо подложить прокладку, компенсирующую уменьшение толщины скалывающего инструмента.

**С. Казарин, ОАО «СЭЛМА» (Симферополь)**

● #979

## Харьковский трубный завод ввел в эксплуатацию новый фаскообрезной станок для труб диаметром 406–1422 мм

На ОАО «Харьковский трубный завод» в трубоэлектросварочном цехе №2 введен в эксплуатацию новый фаскообрезной станок немецкой фирмы Heinrich Georg GmbH. Об этом говорится в сообщении «Метинвеста». Инвестиции в данный проект составили порядка 11 млн грн.

Установка фаскообрезного станка — один из этапов инвестиционной программы ХТЗ, направленной на модернизацию линии производства одношовных труб и усиление основных производственных мощностей. Производительность при этом увеличивается с 9–12 до 17–31 труб в час.

Фаскообрезной станок для обработки концов труб длиной 8,0–12,5 м, диаметром 406–1422 мм, с толщиной стенки 6,3–40 мм, категории прочности GtB-X80 и максимальной массой 20 т используется для нарезки фаски на обоих концах труб одновременно. Производственные мощности станка позволяют выпускать от 17–31 труб/час.

ОАО «Харьковский трубный завод» — крупнейший в СНГ производитель прямошовных электросварных труб большого диаметра от 478 до 1420 мм для магистральных газо- и нефтепроводов. Мощности завода позволяют производить более 1,6 млн т труб в год. ХТЗ входит в дивизион стали и проката группы «Метинвест».

«Метинвест» — международная вертикально-интегрированная горнометаллургическая группа компаний. Производственные мощности предприятий группы «Метинвест» позволяют не только полностью удовлетворять собственные потребности в сырье, жидкой стали и полуфабрикатах, но и обеспечивать значительную часть украинских и европейских предприятий, а также металлургию Азии.

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

● #980

## Безогневая ремонтная технология

На основе новейших разработок низкотемпературных припоев, выполненных в Институте металлофизики им. Г.В.Курдюмова НАН Украины, создана технология ремонта стальных трубопроводов и емкостей различного назначения (магистральные нефте- и газопроводы, емкости для хранения топлива, водогоны локальных сетей, трубопроводы тепловых сетей). Технология предназначена для безопасного устранения в полевых условиях сквозных дефектов, вызывающих разгерметизацию стальных труб и емкостей для хранения горючих и взрывоопасных веществ (нефть, газ, бензин), без остановки технологического процесса.

Преимуществами безогневой ремонтной технологии (БРТ) являются высокая пожаровзрывобезопасность, надежность паяного соединения (гарантированный срок службы отремонтированного участка составляет не менее 20 лет в условиях внешнего влияния окружающей среды), а также отсутствие пожаровзрывоопасных операций. Температура индукционного нагрева ремонтируемого участка в процессе пайки не более 300°C (при необходимости 80°C). Предварительный нагрев ремонтируемого участка с помощью индукционного нагревателя позволяет выявить скрытые дефекты металла конструкции, которые могут проявиться в процессе дальнейшей эксплуатации.



Переносной индукционный нагреватель: а — преобразователь напряжения, б — индуктор

### Техническая характеристика индукционного нагревателя:

|  |                        |
|--|------------------------|
| Напряжение питания, В                    | 220                    |
| Частота, Гц                              | 50                     |
| Сила тока питания, А                     | 7,7                    |
| Мощность, Вт                             | 1700                   |
| Масса, кг:                               |                        |
| нагревателя                              | 5–6                    |
| индуктора                                | 0,3–0,5                |
| Габаритные размеры, мм                   | 430×210×160            |
| Диапазон температур окружающей среды, °С | От минус 40 до плюс 40 |

БРТ позволяет устранять сквозные коррозионные дефекты и механические повреждения стальных изделий, эффективно защищать реставрируемый участок от коррозии, покрывать коррозионностойким защитным покрытием агрегаты холодильных машин и установок, теплообменных аппаратов и систем трубопроводов, наносить гальванические защитные покрытия в полевых условиях на сельскохозяйственные и дорожные машины.

● #981

Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова  
НАН Украины

## На ОАО «Уралтрубпром» состоялся пуск трубоэлектросварочного стана «630» и всей линии по производству электросварных труб

Новая линия по производству электросварных труб на ОАО «Уралтрубпром Уральский трубный завод» (г. Первоуральск, Свердловская область), изготовленная и установленная японскими фирмами, является крупнейшей в Европе. Производительность линии 400 000 т труб в год. В состав линии включен ряд уникального оборудования, например, формовочный стан «630», разработанный и запатентованный японской фирмой. В мире нет ни одного стана, превосходящего данный в технологии формирования и стабильности функционирования.

Отличительной особенностью нового оборудования является и технология производства труб. Впервые в России трубы большого диаметра (ТБД) будут изготавливать из рулонной стали (обычно — из лис-

тового металла). Помимо этого, сварка труб будет осуществляться токами высокой частоты (ТВЧ), а не под слоем флюса, как на других российских трубных заводах.

Основная продукция, которая будет выпускаться на новом оборудовании, — трубы большого диаметра: круглые диаметром 219–630 мм, а также квадратные размерами 180×180 — 500×500 мм и прямоугольные 220×140 — 600×400 мм, толщина стенки до 22 мм. В сегменте труб квадратного и прямоугольного сечений ОАО «Уралтрубпром» станет единственным заводом в России и СНГ с самым широким сортаментом труб: от 80×80 до 500×500 и 600×400 мм. Выход «Уралтрубпром» на рынок труб большого диаметра ограничивается пока малым диапазоном типоразмеров — 530–630 мм.

В 2009 г. ОАО «Уралтрубпром» уже планирует выйти на американский и азиатский рынки сбыта круглой трубы. Для этого введен дополнительно дюймовый типоразмерный ряд по стандарту API 5L–2004.

● #982

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



# Наплавка штампового инструмента для горячего деформирования металла слоем мартенситностареющей стали

И. А. Кондратьев, И. А. Рябцев, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

*В наплавочном производстве зачастую приходится сталкиваться с проблемой обеспечения двух взаимоисключающих требований: высокой твердости наплавленного металла и возможности его высокопроизводительной механической обработки резанием. Наиболее характерными деталями этого типа являются инструменты для горячей и холодной обработки металлов давлением. В этом случае для инструментов относительно простой формы применяют шлифовку, а если эти детали имеют сложную форму, то используют электроискровую обработку, недостатком которой является низкая производительность. В последние десятилетия разработаны режущие инструменты на основе кубического нитрида бора, позволяющие производить механическую обработку резанием деталей с твердостью более 60 HRC<sub>3</sub>, однако для наплавочного производства их применение ограничено из-за низкой ударной прочности. Наплавленные поверхности, как правило, имеют значительные неровности, и такой инструмент при обработке зачастую ломается.*

По этим причинам является актуальным создание наплавочных материалов, которые бы обеспечивали непосредственно после наплавки получение металла относительно невысокой твердости, позволяющей без проблем производить его механическую обработку резанием, а после несложной термической обработки (отпуска) — обеспечивать наплавленному металлу высокую твердость и хорошие эксплуатационные свойства. К числу таких материалов относятся мартенситностареющие стали.

Классические мартенситностареющие стали — это низкоуглеродистые легированные никелем, марганцем, алюминием, молибденом, ниобием и другими элементами стали, упрочнение которых проходит в два этапа: получение мартенситной структуры (так называемого мартенсита замещения) в результате превращения  $\gamma \rightarrow \alpha$  и последующего старения за счет выделения мелкодисперсных интерметаллидов. По своим механическим, технологическим и эксплуатационным свойствам мартенситностареющие стали являются весьма перспективным материалом широкого назначения, в том числе и при производстве инструментов.

Мартенситностареющие стали в качестве наплавочных материалов имеют ряд преимуществ перед сталями мартенситного класса: возможность наплавки без или с минимальным предварительным и сопутствующим подогревами; возможность механической обработки резанием; простота заключительной термической обработки, обеспечивающей оптимальные свойства наплавленного металла; отсутствие обезуглероживания и изменения размеров в процессе термообработки.

В результате исследований, проведенных в ИЭС им. Е. О. Патона, разработаны самозащитные марки порошковой проволоки ПП-АН193 и ПП-АН204, предназначенные для наплавки штампового инструмента, работающего в контакте с горячим металлом. Такая проволока позволяет наплавить металл типа низкоуглеродистых мартенситностареющих сталей систем легирования Fe-Ni-Cr-Si-Mo-Ti-Cu и Fe-Ni-Mn-Si-Mo-Ti-Al. Непосредственно после наплавки металл имеет твердость 28–34 HRC<sub>3</sub>, а после отпуска при 500 °С в течение 2 ч его твердость увеличивается до 45–50 HRC<sub>3</sub>. Увеличение твердости идет за счет образования мартенсита замещения и его упрочнения интерметаллидами типа Ni<sub>2</sub>Si, NiSi, MoSi<sub>2</sub>, Mo<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>.

Причем, как было установлено, при многослойной дуговой наплавке воздействие термических циклов наплавки отдельных валков и слоев не приводит к старению металла предыдущих валков и в многослойном наплавленном мартенситностареющем металле отсутствует структурная неоднородность и неоднородность по твердости. Эти обстоятельства позволяют с успехом производить наплавку слоев большой толщины порошковой проволокой мартенситностареющего класса.

При наплавке на углеродистые стали обязательной операцией является предварительный подогрев, поэтому были проведены эксперименты по определению влия-

ния этой операции на эффект старения. Установлено, что предварительный подогрев наплавляемой детали до 400 °С не сказывается на этих показателях. Не оказывает влияния на твердость наплавленного металла и способ охлаждения после наплавки — замедленное (термостат) или на воздухе.

Исследованы свойства металла, наплавленного проволоками ПП-АН193 и ПП-АН204, в значительной мере определяющие служебные характеристики наплавленного инструмента — теплостойкость, твердость при повышенных температурах и термическую стойкость.

Результаты испытаний теплостойкости (стойкость против двухчасового отпуска) приведены на рис. 1. Для сравнения приведены данные по теплостойкости металла, наплавленного известной порошковой проволокой ПП-Нп-35В9Х3ГСФ и теплостойкости широко распространенной штамповой стали 50ХНМ, закаленной и отпущенной на твердость 45 HRC<sub>3</sub>. Как видно из рисунка, по теплостойкости оба наплавленных металла типа мартенситностареющих сталей несколько уступают металлу типа 35В9Х3СФ и превосходят штамповую сталь 50ХНМ.

Измерение твердости при повышенных температурах (горячая твердость) проводили в специальном индукторе в вакууме при нагрузке 1 кг и выдержке под нагрузкой 60 с. Из приведенных данных (рис. 2) видно, что горячая твердость мартенситностареющего наплавленного металла находится примерно на одном уровне с горячей твердостью наплавленного металла типа 35В9Х3СФ и заметно превышает горячую твердость штамповой стали 50ХНМ.

Термическую стойкость оценивали по числу циклов нагрев-охлаждение поверхности наплавленного образца до появления в пятне нагрева сетки трещин разгара, видимой невооруженным глазом. В принятой нами методике испытаний термической стойкости из наплавленных заготовок вырезали образцы размерами 40×40×30 мм. Наплавленную поверхность образца, которая имела в плане размеры 40×40 мм, подвергали шлифовке.

В процессе испытаний шлифованную наплавленную поверхность нагревали газовым резаком (пятно нагрева диаметром 15–20 мм) в течение 11 с, а затем охлаждали струей воды в течение 8 с. Контроль термического цикла нагрева и охлаждения исследуемого образца с помощью термопар показал, что за 11 с поверхность образца нагре-

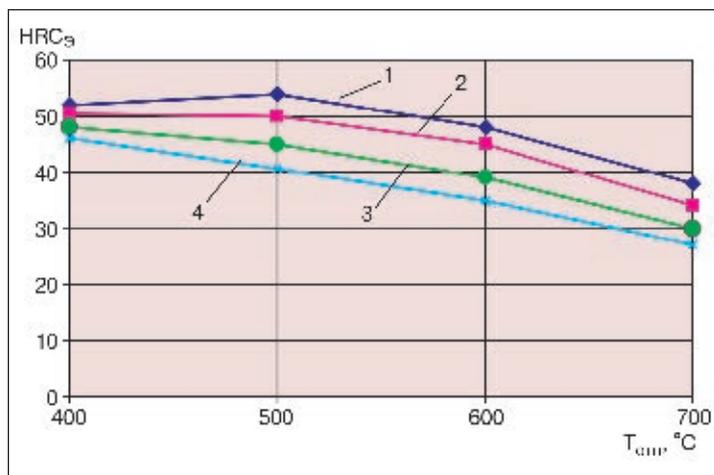


Рис. 1. Теплостойкость металла, наплавленного проволокой: 1 — ПП-Нп-35В9Х3СФ; 2 — ПП-АН193; 3 — ПП-АН204; 4 — сталь 50ХНМ

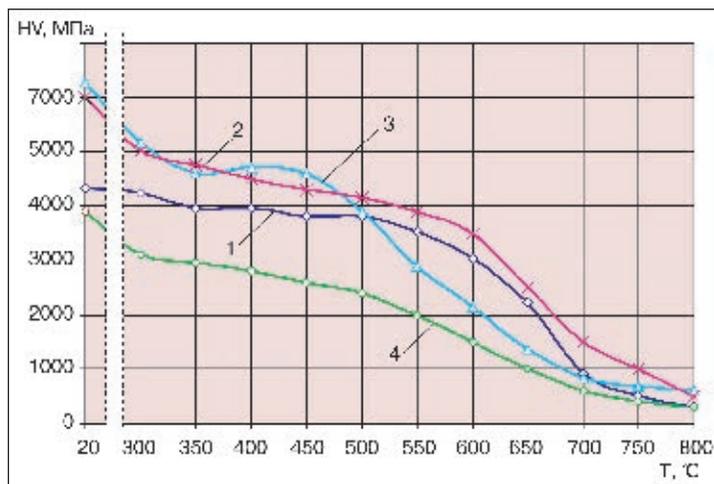


Рис. 2. Горячая твердость металла, наплавленного проволокой: 1 — ПП-АН193; 2 — ПП-Нп-35В9Х3СФ; 3 — ПП-АН204; 4 — сталь 50ХНМ

вается до температуры 750–800 °С, а после охлаждения струей воды образец имеет температуру 60–80 °С. В процессе испытаний после каждых 10 циклов теплосмен наплавленную поверхность образца подвергают визуальному контролю на предмет обнаружения сетки трещин разгара. После появления на поверхности образца развитой сетки трещин разгара испытания прекращали и фиксировали окончательное количество циклов нагрев-охлаждение.

В среднем, по результатам испытаний трех образцов, сетка разгара на поверхности образцов, наплавленных мартенситностареющей сталью, появлялась после 40 циклов нагрев-охлаждение (рис. 3). По этому показателю мартенситностареющий металл превосходит наплавленный металл 35В9Х3СФ и штамповую сталь 50ХНМ.

Технология наплавки штампового инструмента из сталей типа 50ХНМ самозащит-

Рис. 3. Термическая стойкость металла: 1 — сталь 5ХНМ; 2 — наплавка проволокой ПП-Нп-35В9ХЗСФ; 3 — то же ПП-АН204; 4 — то же ПП-АН193

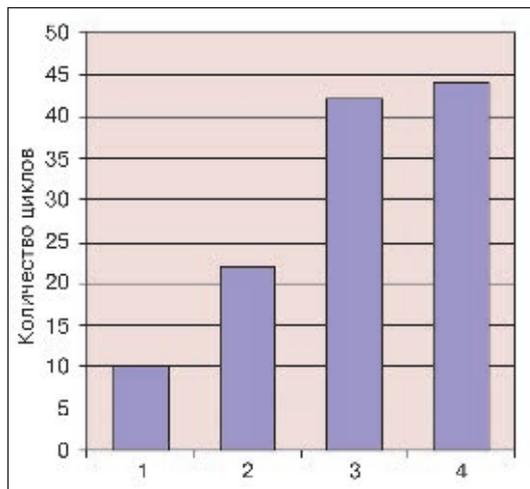
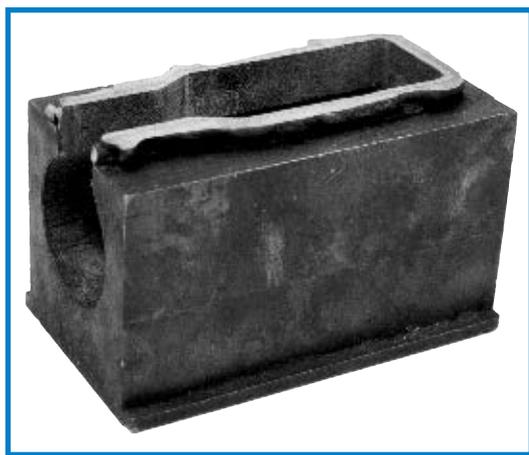


Рис. 4. Наплавленная матрица для горячей обрезки облоя



ной порошковой проволокой ПП-АН193 и ПП-АН204 предусматривает предварительный подогрев при 200–250 °С. Если инструмент изготовлен из сталей 40, 45 и т. п., то подогрев не нужен. Режим наплавки прово-

локой диаметром 2,0 мм: сила тока 220–250 А; напряжение 24–26 В. Такой режим обеспечивает хорошее формирование наплавленного валика и отличную отделимость шлаковой корки. Многочисленные эксперименты подтвердили, что после наплавки твердость металла, наплавленного проволокой ПП-АН193 и ПП-АН204, не превышает 34 HRC<sub>3</sub>, а после отпуска возрастает до 48–52 HRC<sub>3</sub>.

Опытно-промышленную проверку разработанных марок проволоки проводили на Павловском заводе слесарно-монтажного инструмента (РФ) и Токмакском кузнечно-штамповочном заводе (Украина). На Павловском заводе порошковой проволокой ПП-АН193 были наплавлены матрицы горячеобрезного штампа из стали 50ХНМ (рис. 4). Наплавку выполняли в 7–8 слоев. Испытания показали, что стойкость наплавленного инструмента по сравнению со стойкостью серийного из стали 50ХНМ возросла в 2,0–2,5 раза. Примерно такие же результаты были получены при наплавке комплектов штампов М-112 на Токмакском заводе.

Таким образом, разработанные марки самозащитной порошковой проволоки ПП-АН193 и ПП-АН204 дают возможность качественно наплавлять слой металла типа мартенситностареющей стали, обладающего высокими эксплуатационными свойствами в условиях работы инструмента для горячего деформирования металла. При этом исходная твердость наплавленного металла позволяет без затруднений производить его механическую обработку резанием. ● #983

## Международная научно-техническая конференция Проблемы сварки, родственных процессов и технологий

14–17 октября 2009 г., Николаев

Организаторы: Министерство образования и науки Украины, Национальная академия наук Украины, Национальный университет кораблестроения, Национальный технический университет Украины «КПИ», Институт электросварки им. Е.О.Патона, Институт силовоточной электроники СО РАН, РГТУ им. К.Э.Циолковского «МАТИ», Международная ассоциация «Сварка», Общество сварщиков Украины, ГП НПКГ «Заря\_Машпроект», ОАО судостроительный завод «Вадан Ярдо «Океан».

### Тематика конференции:

- Технология, материалы, оборудование для сварки, пайки и наплавки.
- Математическое моделирование в сварке и родственных технологиях.
- Экологические проблемы в области сварки и родственных технологий.
- Инженерия поверхности.
- Теоретические и экспериментальные исследования напряженно-деформационного состояния, способы регулирования сварочных напряжений и деформаций.

**Адрес Оргкомитета:** Украина 54025 Николаев, Проспект Героев Сталинграда, 9, Национальный университет кораблестроения им. Адмирала Макарова.

**Тел. для справок:** (0512) 39-77-46, 39-73-18, 39-73-48.

**Факс** (0512) 42-10-81.

**E-mail:** kafedri.zvarjuvannja.50@gmail.com, welding@usmtu.edu.ua

# Повышение надежности аппаратуры для газокислородной резки и сварки металлов

М.М.Лилько, А.А.Мацкевич, ОАО «Эффект» (Одесса)

*Кислородная резка металла представляет собой чисто механическое объединение двух процессов: нагрев металла до температуры воспламенения (около 1050 °С) газокислородным пламенем и сжигание нагретого металла в среде кислорода. Минимальная теплоемкость горючего газа, при которой возможно протекание процесса, не менее 4000 ккал/мм<sup>3</sup>. Для этого применяют ацетилен, пропан-бутан, бензин, керосин, природный газ, газ МАФ, коксовый газ.*

Теоретическая температура горения ацетилена (3087 °С) и МАФ (2927 °С) близки между собой (табл. 1). Теплопередачу от пламени к металлу характеризует термический (пирометрический) КПД  $\eta$ , который выражает отношение разности между температурой пламени  $t_{\text{гор}}$  и температурой плавления металла  $t_{\text{пл}}$  (для стали 1350 °С, для меди 1085 °С), отнесенной к температуре пламени:

$$\eta = (t_{\text{гор}} - t_{\text{пл}}) / t_{\text{гор}}, \%$$

Подсчитанный таким образом КПД характеризует относительную скорость расплавления металла при сварке и пайке при одном и том же количестве металла и одинаковой тепловой мощности пламени горелки. У ацетилена и МАФ КПД практически одинаков. Отсюда коэффициент замены ацетилена на МАФ

$$\frac{Q_{\text{н.ацет}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{ацет}}}{Q_{\text{н.МАФ}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{МАФ}}} = \frac{12600 \cdot 0,56}{21200 \cdot 0,54} = 0,62.$$

Коэффициент замены пропан-бутана на МАФ

$$\frac{Q_{\text{н.проп}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{проп}}}{Q_{\text{н.МАФ}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{МАФ}}} = \frac{22160 \cdot 0,46}{21200 \cdot 0,54} = 0,89.$$

Газовую аппаратуру делят на две группы: ацетилено-водородную и аппаратуру, работающую на газах-заменителях ацетилена.

Созданные в начале прошлого века аппаратура и ацетиленопроводы в соответствии с действующими нормативными документами «Правила техники безопасности и гигиены труда при производстве ацетилена и газопламенной обработке металлов» НАОП 1.4.10-1.03-85 пп. 2.3.4 и 3.3.1 разделяют на аппаратуру низкого давления (до 0,02 МПа) и среднего давления (от 0,02 до 0,15 МПа). В основном это была аппаратура, работающая на давлении 0,002–0,003 МПа, что требовало применения инжекторного способа приготовления смеси: кислородом подсасывался ацетилен. Традиционно ацетиленовая аппаратура такой и осталась, хотя давление ацетилена в современных переносных генераторах может достигать 0,12 МПа (среднее давление).

Переход в 1970-х годах на газы-заменители ацетилена привел к введению новых правил: газопроводы газов-заменителей ацетилена были рассчитаны на давление от 0,005 до 0,3 МПа. В настоящее время это основные газопроводы природного газа и пропан-бутана.

Повышение давления газов-заменителей ацетилена позволило перейти в 1970-е годы

Таблица 1. Характеристика горючих газов

| Газ      | Теплоемкость $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ , ккал/м <sup>3</sup> | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Предельная температура пламени, °С, в смеси газов |        | Температурный КПД (относительно) |      | Отношение расхода кислорода к горючему газу при нормальном пламени |                                 |
|----------|--|------------------------------|---|--------|----------------------------------|------|--|---------------------------------|
|          |  |                              | кислород  | воздух | стали                            | меди | м <sup>3</sup> кисл./м <sup>3</sup>                                | м <sup>3</sup> кисл./10000 ккал |
| Ацетилен | 12600  | 1,170                        | 3087  | 2325   | 0,56                             | 0,65 | 1,15   | 0,96                            |
| Пропан   | 22160  | 2,01                         | ~ 2500*   | 1925   | 0,46                             | 0,57 | 3,5  | 1,68                            |
| Бутан    | 27800  | 2,46                         | ~ 2400*   | –      | 0,44                             | 0,55 | 3,5  | 1,26                            |
| МАПП     | 20800  | 1,78                         | 2800–2900   | –      | 0,52                             | 0,62 | –  | –                               |
| МАФ      | 21200  | 1,70                         | 2927  | ~ 2165 | 0,63                             | 0,63 | ~ 2,2  | 1,04                            |

\*Без подогрева.

на безинжекторную аппаратуру, где смесь образуется непосредственно в мундштуке резака либо в насадке горелки. Это резко повысило надежность аппаратуры и устойчивость к обратным ударам. Однако в результате длительной эксплуатации оборудование и газовые сети к настоящему времени износились, и в них зачастую поддерживают минимальное (пониженное) давление (0,005–0,01 МПа), что приводит к возврату к инжекторной аппаратуре. Тут просматривается следующая тенденция. Вся машинная аппаратура — это резаки внутрисоплового смешения, в основном работающие на природном газе и пропан-бутане. Ручная аппаратура — это в основном резаки внутрисоплового смешения, работающие на пропан-бутане от баллонов, и инжекторные, работающие на ацетилене от переносных генераторов. Недостаток инжекторных резаков любого типа (ручные, машинные) — это большое расстояние от инжектора до сопла, составляющее 200–250 мм (объем смеси около 13–15 см<sup>3</sup>), что значительно повышает опасность возникновения обратных ударов пламени, особенно при пробивке отверстий посередине листа.

Выход один: в машинной аппаратуре — это переход на резаки внутрисоплового смешения газов, в ручной аппаратуре — новая модификация ручных резаков «Эффект-РИ». Особенность новых инжекторных резаков состоит в том, что инжекторная камера расположена рядом с головкой резака (рис. 1). В результате этого объем газокислородной смеси остается минимальным независимо от длины резака. Резаки «Эффект-РИ» изготавливают в трех исполнениях: длиной 450, 600 и 850 мм. В головку резака 4 вкручено сопло 1. К этой же головке накидной гайкой 3 прижимают гильзу 2. К головке 4 припаяна инжекторная камера 5, в которую ввинчен инжектор 6. Сопла, гильзы и инжектор унифицированы с аналогичными деталями машинных и ручных резаков серии «Эффект-Р» и «Эффект-М».

Вентиль 7 подачи кислорода для резки (приставной), вентили горючего газа 8 и подогревающего кислорода 9 находятся в колодке 10, где использованы детали резака «Эффект-Р». Резак для работы на ацетилене имеет инжектор диаметром 0,6 мм и горловину диаметром 1,9 мм. Резак для работы на газах-заменителях ацетилена (кроме водорода) имеет инжектор диаметром 0,95 мм и горловину диаметром 2,8 мм. Резак может быть переведен с ацетилена на газы-заменители путем рассверливания инжектора, горловины и замены сопел и гильз. Перевод резака с газов-заменителей на ацетилен невозможен. Мундштук состоит из сопла и гильзы. Возможны различные компоновки мундштуков и режимов резки (табл. 2).

- Мундштуки одного номера, работающие на различных газах при одинаковой тепловой мощности (одинаковом давлении перед резаком), имеют одинаковую производительность.
- Мундштуки, работающие на ацетилене, собирают из деталей, на которых рядом с номером обязательно должна быть буква «А». Применение других деталей не допускается. В мундштуке торец гильзы находится на одном уровне с торцом сопла. Утопленное сопло либо его выход за пределы гильзы приводит к обгоранию последнего и быстрому разрушению.
- Мундштуки, работающие на газах-заменителях ацетилена, имеют одинаковые сопла (от № 000 до № 6), гильзы с маркировкой «П». Резаки для газа МАФ имеют гильзу с маркировкой «МА».
- Мундштуки серии «У» имеют повышенную в 1,7 раза тепловую мощность и предназначены для резки толстого металла, металлолома, снятия фасок на толстых листах под углом 30°, резки листов и металла, имеющего пригары земли, корку и другие подобные включения.
- Мундштуки №000 и №0 работают только на газа-заменителях ацетилена. У мундштука №000 диаметр инжектора

Рис. 1. Ручной инжекторный резак «Эффект-РИ»

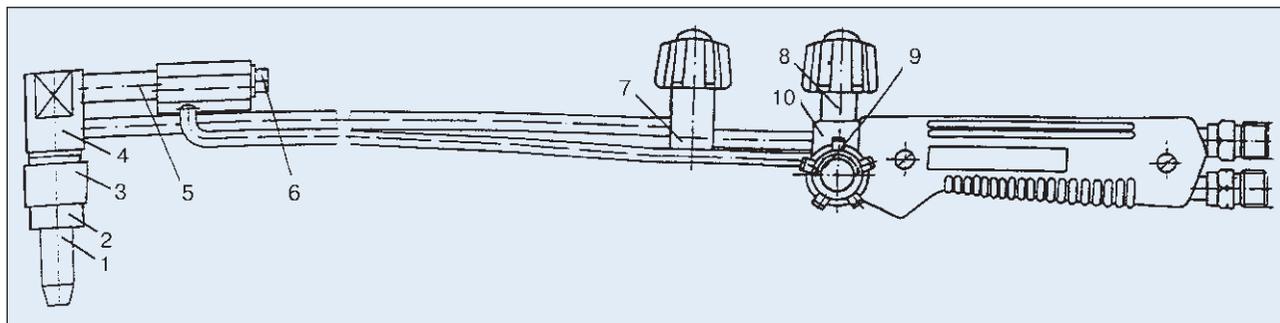


Таблица 2. Режимы механизированной кислородной резки низкоуглеродистой стали (кислород сорт 1 по ГОСТ 5583-78, чистота 99,7–99,8%)

| Показатель  | Толщина металла, мм |         |         |        |           |           |         |         |         |         |         |         |        |
|---|---------------------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|   | 1,5-3               | 3-4     | 5-6     | 10     | 20        | 30        | 40      | 60      | 80      | 100     | 160     | 200     | 300    |
| Давление режущего кислорода, МПа  | 0,2–0,25            |         | 0,3–0,4 |        | 0,45–0,65 |           |         |         | 0,6–0,7 | 0,6–0,8 |         | 0,7–0,9 |        |
| Расход кислорода, м³/ч  | 1,5–2,0             |         | 2–3     | 3,5–4  | 5–5,5     | 7–8       |         | 10–12   |         | 13–15   | 18–25   |         |        |
| Скорость резки, мм/мин  | 800–1000            | 750–800 | 600–700 | 50–600 | 450–500   | 340–400   | 300–350 | 280–320 | 250–300 | 200–250 | 140–200 | 120–180 | 80–100 |
| Расход ацетилена, м³/ч  | –                   | 0,3     | 0,5–0,6 |        |           | 0,55–0,65 | 0,6–0,7 |         | 0,7–0,8 | 0,8–0,9 | 0,9–1,0 | 1,1–1,2 |        |
| Ацетилен:   |                     |         |         |        |           |           |         |         |         |         |         |         |        |
| сопло   | –                   | 00А     | 1А      | 2А     |           | 3А        |         |         | 4А      |         | 5А      | 6А      |        |
| гильза  | –                   | 1А      | 2А      |        |           |           |         | 4А      |         |         |         |         |        |
| камера  | –                   | 2А      | 1А      |        |           |           |         |         |         |         |         |         |        |
| Газы-заменители ацетилена:  |                     |         |         |        |           |           |         |         |         |         |         |         |        |
| сопло   | 000                 | 00      | 0–1     | 2      |           | 3/3У/     |         |         | 4/4У/   | 5/5У/   | 6*      |         |        |
| гильза  | 1П                  | 3П      |         |        |           | 3П/6П/    |         |         | 5П(6П)  |         |         |         |        |
| камера пропан-бутан   | 3ПБ                 | 2ПБ     | 1ПБ     |        |           | 1ПБ/1ПБУ/ |         |         |         |         |         |         |        |
| камера природный газ  | 3ПГ                 | 2ПГ     | 1ПГ     |        |           | 1ПГ/1ПГУ/ |         |         |         |         |         |         |        |
| Ширина реза, мм   | 2                   |         | 2,5–3,5 | 3–3,5  | 3–4       | 4–5       |         | 4,5–5,5 | 5–6     | 5,5–6,5 | 6–9     |         |        |
| Расстояние до листа, мм   | 4–5                 |         |         |        |           | 6         |         |         | 8       | 10      | 12      |         |        |
| * При повышенной тепловой мощности сопло №6 комплектуют гильзой №6П. Примечания: 1. Коэффициент замены пропан-бутаном 0,6; природным газом 1,8. 2. При ручной резке металла коэффициент снижения скорости резки составляет 0,6. |                     |         |         |        |           |           |         |         |         |         |         |         |        |

0,6 мм и диаметр насадки горелки 1,9 мм. При диаметре инжектора 0,95 и диаметре насадки горелки 2,8 мм инжекция отсутствует, имеет место небольшой подпор, однако резак работает очень устойчиво при давлении горючего газа (на манометре редуктора) 0,015–0,02 МПа. Режим горения регулируют вентилями на резаке.

Резаки могут поставляться также со специальными мундштуками.

Для мундштуков серии «У» диаметр инжектора равен 1,2 мм, а диаметр смесительной камеры (горловины) соответственно 3,6 мм. Разрежение, создаваемое в инжекторном резаке, составляет примерно 0,03–0,04 МПа при давлении подогревающего кислорода около 0,3–0,35 МПа.

Для комплектации всех видов ручных и машинных резаков ОАО «Эффект» выпускает четыре типа мундштуков:

1. Короткий цилиндрический мундштук со шлицем (рис. 2, а). Применяют в основном в ручных и машинных резаках при отсутствии особых требований к качеству реза.

2. Короткий цилиндрический кольцевой мундштук (рис. 2, б). Применяют в основном в ручных резаках при выполнении резов в труднодоступных местах (например, на высоте). Чистить такой мундштук можно

без разборки резака при помощи кольцевой пластинки.

3. Длинный цилиндрический мундштук со шлицем типа «Танака» (рис. 2, в). Применяют в основном в машинных резаках для получения повышенного качества реза.

4. Длинный конический мундштук со шлицем типа «Messer» (рис. 2, г). Используют для получения повышенного качества реза и кумулятивного нагрева металла в основном в машинных резаках. Он увеличивает скорость нагрева металла при врезании в металл, пробивке отверстий.

Конструкция машинного инжекторного резака «Эффект-МИ» и аналогичного инжекторного резака фирмы «Messer» с инжектором конструкции ОАО «Эффект» показана на рис. 3. На базе инжекторного резака «Эффект-МИ» (рис. 3, а) изготавливают резаки с диаметром ствола 32 мм как с воздушной завесой, так и без нее.

Газорежущая аппаратура, особенно инжекторная (резаки, горелки), относится к аппаратуре с повышенным риском работы. Возможность срыва инжекции и обратные удары часто приводят к авариям, поэтому необходима защита. Такой защитой является установка обратных клапанов, прерывающих распространение взрывной волны.

Рис. 2. Цилиндрические мундштуки:  
а — короткий со шлицем;  
б — короткий кольцевой;  
в — машинный инжекторный типа «Танака»;  
г — типа «Messer»

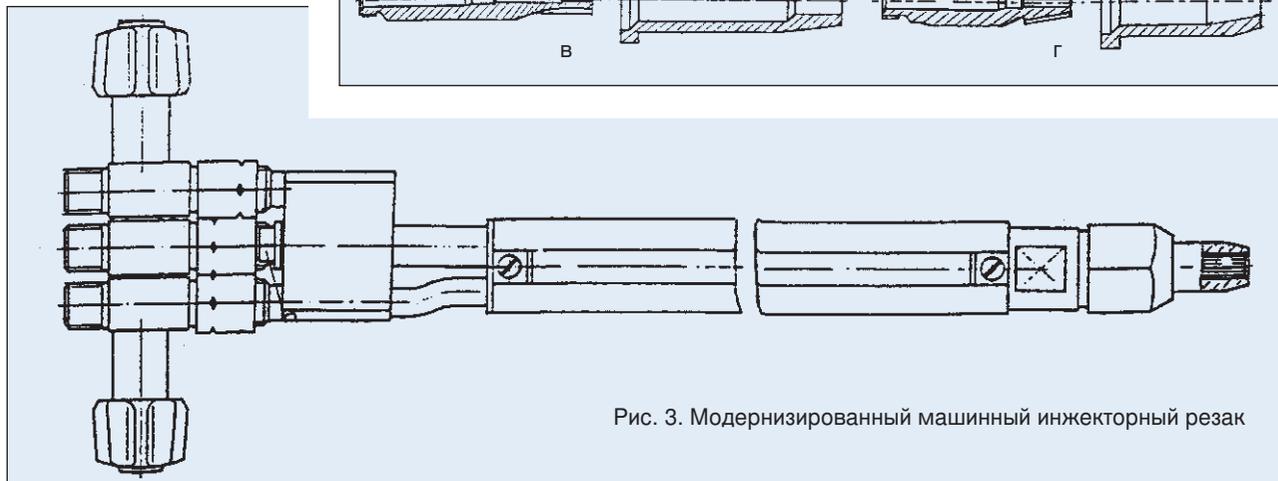
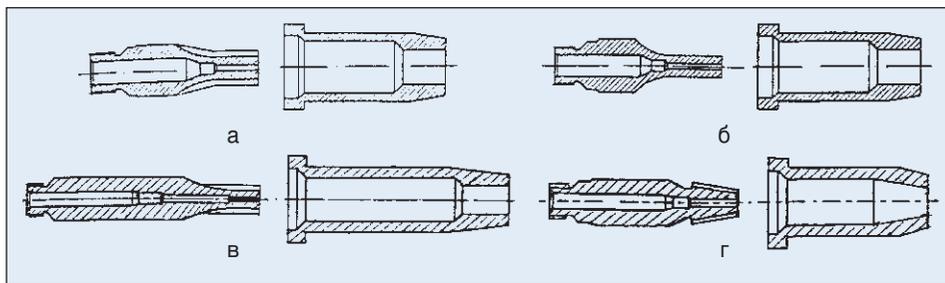
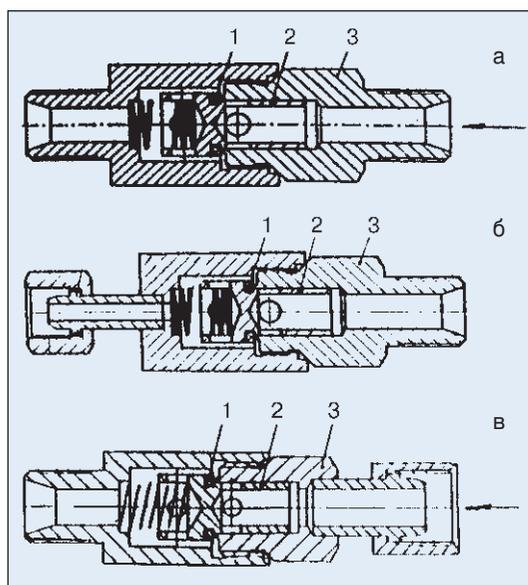


Рис. 3. Модернизированный машинный инжекторный резак

Рис. 4. Установка обратных клапанов:  
а — в разрыве шланга;  
б — на входе в резак;  
в — на баллоне пропан-бутана



ОАО «Эффект» выпускает три типа обратных клапанов:

- устанавливаемых в разрыве шланга (рис. 4, а);
- устанавливаемых на входе в резак (рис. 4, б);
- устанавливаемых на выходе из газоразборного поста высокого давления (имеющего редуктор) либо после редуктора БПО-5-2 на баллоне пропан-бутана (рис. 4, в).

Все указанные обратные клапаны конструктивно одинаковы и относятся к новой серии клапанов, выпускаемых ОАО «Эффект». Их особенность состоит в том, что золотник 2 перемещается внутри седла 3. На золотнике 2 в канавке установлено круглое кольцо 1 по

ГОСТ 9833-73, в которое упирается острая кромка седла, являющаяся одновременно штуцером для подвода газа. При этом перекок в резьбе не влияет на качество уплотнения «резинка-седло». Отпадает необходимость клеить резиновые уплотнители либо закреплять их винтом. По такому же принципу происходит уплотнение в предохранительных клапанах большого диаметра (80 мм), работающих на низком давлении 1000–2000 Па (см. журнал «Сварщик» №1–2009).

Действующие правила по технике безопасности по-разному трактуют требования к установке обратных клапанов. Например, в «Правилах безопасности в газовом хозяйстве предприятий черной металлургии» ПБГУМ-86, действующих в Украине, в п.4.2.9 сказано: «При снабжении газоразборного поста газом от баллона на последнем должен быть установлен редуктор для снижения давления газа, одновременно выполняющий функции обратного клапана». Это единственный документ, где сказано, что редуктор может выполнять функции обратного клапана. Так, в «Правилах техники безопасности и гигиены труда при производстве и газопламенной обработке металлов» НАОП 1.4.10-1.03-85 указано:

- п.3.2.5 «При централизованном или комбинированном питании стационарных рабочих мест (постов) пользование горючими газами от газопровода разрешается только через предохранительное устройство для защиты газопровода от проникновения обратного удара пламени».

- п. 3.4.4 «Для газов-заменителей ацетилена (кроме водорода) вместо постового предохранительного затвора допускается установка обратного клапана конструкции, одобренной ВНИИавтогенмашем».

- п. 5.8.17 «Запрещается эксплуатировать стационарные машины без наличия исправного предохранительного устройства на вводе горючего газа».

- п.5.2.12 «Запрещается эксплуатация резака, работающего на жидком горючем, без защитного устройства, предохраняющего кислородный рукав от проникновения в него обратного удара».

Установка обратных клапанов на линии подачи кислорода никем не регламентирована, однако, с точки зрения авторов, полезна и повышает надежность работы оборудования.

«Правила безопасности систем газопоставления Украины», ДНАОП 0.00-1.20-98, п.4.7.8: «Давление газа, подаваемого по газопроводу к рабочему месту (постам), не должно превышать 0,15 МПа. При давлении свыше 0,15 МПа на газопроводе должен быть установлен регулятор снижения давления. При питании рабочего поста от баллона на нем должен быть установлен регулятор, предназначенный для используемого газа».

«Правила безопасности в газовом хозяйстве металлургических и коксохимических предприятий и производств ПБ11-401-01 (Госгортехнадзор России):

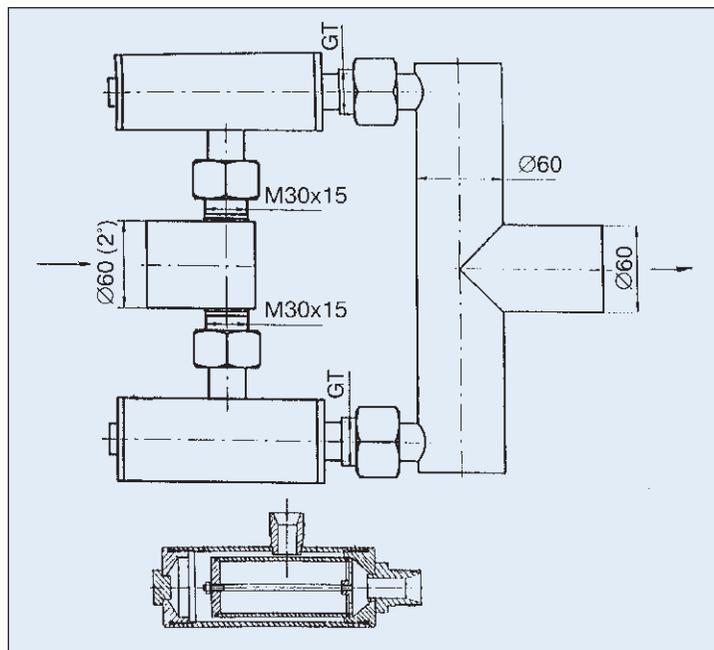
- п.4.2.6 «Для природного газа в газопроводе с давлением, превышающим 0,15 МПа, до предохранительного жидкостного или сухого затвора либо обратного клапана болжна быть предусмотрена газорегулирующая установка».

- п.4.2.9 «При снабжении газоразборного поста газом от баллона на последнем должен быть установлен редуктор для снижения давления газа».

Так как в современных требованиях по технике безопасности нигде не сказано, что редуктор выполняет функции обратного клапана, напрашивается вывод:

- после баллона с горючим газом (природный, пропан-бутан, МАФ) должен быть установлен редуктор и обратный клапан;
- после трубопровода (если давление в нем более 0,15 МПа) в газоразборном посту должен быть установлен редуктор и обратный клапан;
- в остальных случаях устанавливается только обратный клапан.

Надежность работы аппаратуры зависит от наличия взвешенных частиц в газовом



потоке. В НПАОП 1.4.10-1.03-85 в п.3.4.2 сказано: «При наличии загрязнения газового потока твердыми или жидкими включениями рекомендуется перед постом устанавливать фильтр или масловлагоотделитель».

ОАО «Эффект» выпускает большую номенклатуру унифицированных фильтров (см. журнал «Сварщик» №1–2009). Все фильтры имеют фильтрующий элемент, материал которого при работе на ацетиле — это нержавеющая сталь либо титан, при работе на газах-заменителях ацетилена и других газах — не регламентирован.

ОАО «Эффект» выпускает блоки фильтров для очистки углекислого газа при сварке (рис. 5). Блоки фильтров внедрены на Харьковском заводе «Свет шахтера». Установка их в разрезе трубопровода подачи углекислого газа на сварочные участки позволила очищать его от влаги, пыли и грязи. В результате уменьшилось количество брызг и капель при сварке, форма сварочного шва приблизилась к оптимальной.

Надежность газорезающей аппаратуры во многом зависит от ее рабочего состояния, поэтому необходима периодическая проверка (испытание) аппаратуры. На большинстве предприятий отсутствуют испытательные стенды. ОАО «Эффект» разработало и изготавливает испытательные стенды, которые позволяют проверять: резаки, горелки на плотность, величину инъекции и устойчивость горения; редукторы на самотек; все виды рукавов диаметром 6, 9 и 12 мм на прочность. Стенды сертифицированы и паспортизированы.

Рис. 5. Блоки фильтров для очистки углекислого газа

● #984

# Технология индукционной термообработки сварных стыков коксовой камеры

**А.А. Шуляк**, канд. техн. наук, **А.В. Старцев**, ООО НПП «Курай» (Уфа), **Е.М. Коровин**, ОАО АК ВНЗМ, **П.М. Корольков**, ООО «Нагрев» (Москва)

В последние годы для местной термообработки толстостенных крупногабаритных конструкций некоторые организации, например ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратура», допускают применение электронагревателей сопротивления при одностороннем нагреве (при толщинах стенок до  $S_{ст} \leq 60$  мм). Этими электронагревателями являются пришедшие к нам из-за рубежа нагревательные маты (коврики), имеющие удельную мощность  $P_{уд} \approx 4,5$  Вт/см<sup>2</sup>, дающие большой перепад температуры по толщине стенки (более 1°С на 1 мм  $S_{ст}$ ), поэтому снижают не только эффективность нагрева, но и качество термообработки.

ОАО «ВНИИПТХимнефтеаппаратура» разработало и внедрило прогрессивную технологию внепечной объемной термообработки толстостенных конструкций с двухсторонним нагревом (снаружи — электро-

нагреватели сопротивления, изнутри — газопламенный нагрев от теплогенераторов), однако этот способ термообработки достаточно сложен.

Практически забыт многолетний опыт успешного применения индукционного нагрева для больших толщин стенок, в частности, разработки института ВНИИмонтажспецстрой, внедренные для  $S_{ст} = 150$  мм.

Однако есть организации, серьезно относящиеся к использованию наиболее современного индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц. Такой организацией является ООО НПП «Курай» (Уфа), выпускающая серию программных автоматических установок мощностью 63–400 кВт, частотой 2500 Гц (рис. 1, табл. 1).

В 2008 г. ОАО «Уралхиммаш» обратилось в ОАО «Востокнефтезаводмонтаж» с просьбой изготовить коксовую камеру в монтажных условиях. Необходимость такой работы была обусловлена невозможностью поставки камеры целиком: масса камеры 180 т, длина 28 м, диаметр 5,6 м, толщина стенки 44–56 мм. Корпус камеры при поставке был выполнен из 9 блоков (рис. 2), которые необходимо было сварить на месте монтажа восемью сварными соединениями. Материал камеры: блоки № 1 и 2 — двухслойная сталь 12МХ с плакировкой сталью 08Х13, блоки № 3–9 — двухслойная сталь 16ГС с плакировкой сталью 09Х13. Все сварные соединения должны были после сварки подвергаться местной термообработке — высокому отпуску с нагревом по режиму, указанному в табл. 2, рис. 3.

Сборочные работы проводили в зимнее время. Заказчиком было выдвинуто условие непрерывности цикла «сварка — термообработка стыков» (с перерывом на контроль качества ультразвуковой дефектоскопией), поэтому была применена технология местной термообработки. Такие работы по сварке и местной термообработке ранее не выполняли, поэтому основной исполнитель

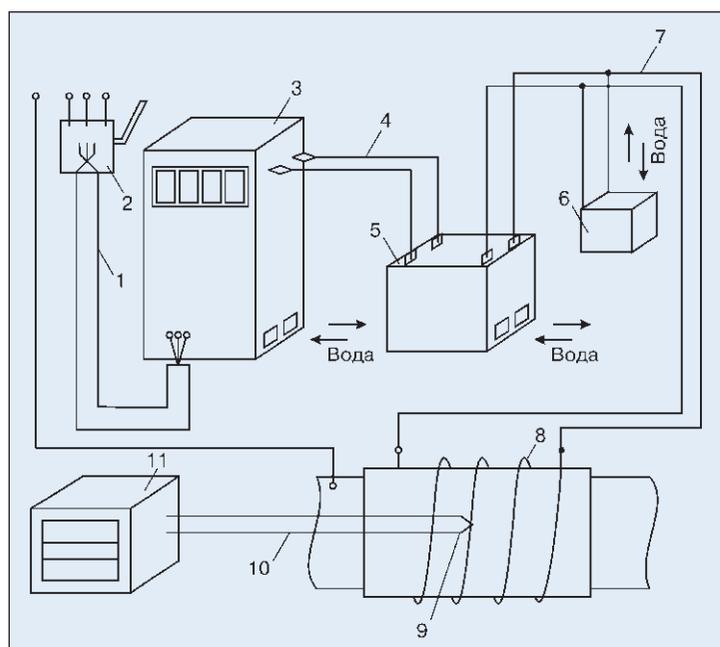


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема индукционной установки «Интерм-320-2,4»: 1 — силовой шкаф для питания установки; 2 — электрический рубильник; 3 — тиристорный преобразователь ППЧ-320-2,4; 4 — электропровод МТК; 5 — высокочастотный трансформатор ТЗ4-800; 6 — конденсатор ЭЗВК-0,5-2,4; 7 — электропровод ВИТ; 8 — гибкие водоохлаждаемые индукторы ВГИК; 9 — термоэлектрический преобразователь; 10 — термоэлектрический провод; 11 — автоматический регистрирующий потенциометр

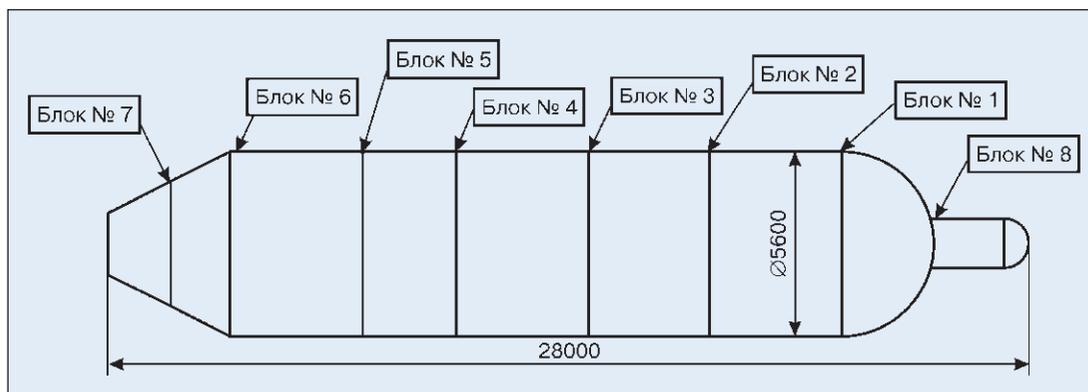


Рис. 2. Схема разделения корпуса камеры на блоки

работ ОАО АК «Востокнефтезаводмонтаж» разработал специальную инструкцию по сварке и термообработке. На первой стадии работ были проведены расчеты по выбору способов сварки и термообработки.

Для выполнения сварочных работ была выбрана технология ручной и механизированной сварки, которую выполняли с предварительным газопламенным нагревом до температуры 100–150 °С.

Местную термообработку выполняли на ООО НПП «Курай» (Уфа). Учитывая большой практический опыт этой организации, была выбрана технология местной термообработки с использованием индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц, при этом тепловой расчет, проведенный ООО НПП «Курай», показал необходимость применения для термообработки двух электро-термических установок «Интерм–320–2,4»,

**Таблица 1. Технические характеристики установок типа «Интерм» индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц с преобразователями ППЧ**

| Параметр   | «Интерм 63–2,4» | «Интерм 100–2,4» | «Интерм 160–2,4» | «Интерм 200–2,4» | «Интерм 250–2,4» | «Интерм 320–2,4» | «Интерм 400–2,4» |
|--|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Номинальная выходная мощность, кВт   | 63              | 100              | 160              | 200              | 250              | 320              | 400              |
| Потребляемая мощность, кВт   | 70              | 110              | 180              | 220              | 280              | 350              | 440              |
| Выходная частота, кГц  | 1,6–2,6         | 1,6–2,6          | 1,6–2,6          | 1,6–2,6          | 1,6–2,6          | 1,6–2,6          | 1,6–2,6          |
| Выходное напряжение, В   | 250, 400, 800   |                  | 400, 800         | 400, 800         | 400, 800         | 400, 800         | 400, 800         |
| Количество точек измерения температуры   | 6               | 6                | 6                | 6                | 6                | 6                | 6                |
| КПД, не менее  | 0,8             | 0,8              | 0,8              | 0,8              | 0,8              | 0,8              | 0,9              |
| Сила тока при средней частоте 2500 Гц, А   | 250–80          | 400–125          | 400–200          | 500–250          | 625–312          | 800–400          | 1000–500         |
| Расход охлаждающей воды (тосола), м <sup>3</sup> /ч  | 0,9–1,5         | 1,0–1,6          | 1,2–1,8          | 1,6–2,0          | 1,8–2,2          | 2,0–2,5          | 2,6–3,2          |
| Давление охлаждающей жидкости, не менее, МПа   | 0,15–0,4        | 0,15–0,4         | 0,15–0,4         | 0,15–0,4         | 0,15–0,4         | 0,15–0,4         | 0,15–0,4         |
| Габаритные размеры, мм:  |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| шкаф 1   | 600×600×1600    |                  |                  | 800×800×2000     |                  |                  | 800×1000×2000    |
| шкаф 2   | 800×800×1600    |                  |                  | 800×800×1600     |                  |                  | 800×1000×1600    |
| Масса, кг  | 300             | 400              | 400              | 500              | 550              | 660              | 700              |
| Примечания: 1. Используется трехфазная питающая сеть 380 В частотой 50 Гц. 2. Температура нагрева 1000 °С. 3. Все виды оборудования имеют систему автоматизированного регулирования процесса термической обработки. 4. Все установки имеют не менее шести точек измерения температуры. |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |

**Таблица 2. Режим термообработки — высокого отпуска**

| Толщина стенки коксовой камеры, мм | Время нагрева, ч | Температура нагрева, °С | Время выдержки, ч | Время охлаждения до 350 °С, ч | Способ охлаждения ниже 350 °С |
|------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 44–56                              | 6,5–7,0          | 620–650                 | 2,5               | ≥ 4                           | Под слоем теплоизоляции       |

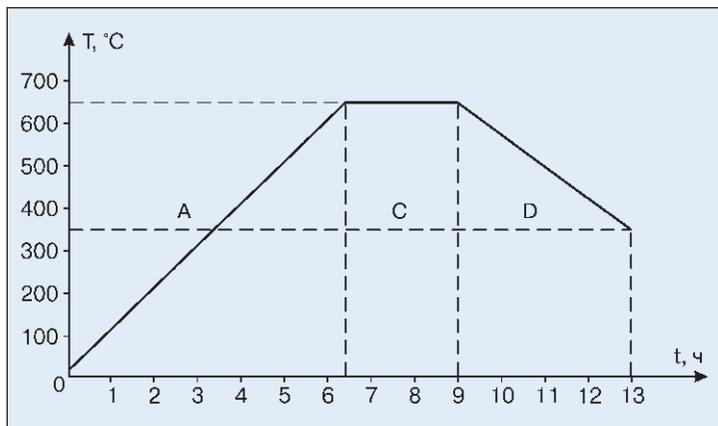


Рис. 3. Диаграмма режима термообработки: А — участок нагрева; С — участок выдержки; Д — участок охлаждения

которые соединяли в единую схему для параллельной работы (рис. 4). Эти параллельно соединенные электротермические установки обеспечивали программное управление термообработкой по единому режиму. В качестве электронагревателей были использованы водоохлаждаемые индукторы типа ВГИК. Учитывая большую длину витка индуктора  $L_{\text{в}} \approx 18$  м, нагрев стыков № 1–6 проводили двумя отдельными индукторами с тремя витками, причем каждый индуктор был автономно подключен к своей электротермической установке (рис. 5). Термообработку проводили в зимнее время при отрицательной температуре окружающего воздуха, вследствие чего имели место случаи замерзания воды в индукторах и токопроводящих кабелях. Во избежание этого при температуре воздуха ниже минус  $10^{\circ}\text{C}$  на 10 мин отключали подачу воды в систему энергоснабжения средств нагрева, а после прогрева индуктора и кабелей вновь включали.

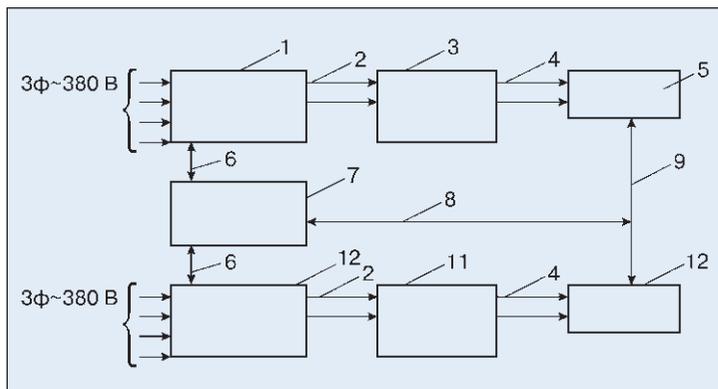


Рис. 4. Схема параллельного соединения двух электротермических установок «Интерм-320-2,4»: преобразователь ППЧ-320-2,4 №1; 2 — высокочастотный кабель ВЧ; 3 — нагрузочный блок №1 (высокочастотный трансформатор и конденсаторы); 4 — кабель ВИТ; 5 — индуктор ВГИК №1; 6 — сигнальный кабель; 7 — шкаф управления термообработкой; 8 — провода термодатермические; 9 — термопары, установленные на сварном соединении; 10 — индуктор ВГИК №2; 11 — нагрузочный блок №2; 12 — преобразователь ППЧ-320-2,4 №2

Температуру контролировали с помощью 11 термопар, размещенных на поверхности каждого сварного соединения (от двух шеститочечных потенциометров, входящих в состав электротермических установок) (рис. 5).

Термопары № 1, 4, 5–8 были расположены на различных участках наружной поверхности сварного шва, термопары № 2 и 3 — на наружной поверхности корпуса камеры на расстоянии 100 м от термопары № 1. Термопары № 9–11 для измерения перепада температуры по толщине стенки были установлены на внутренней поверхности корпуса камеры напротив термопар № 1–3. Термопара № 8 — регулирующая, по ее показаниям выполняли цикл термообработки (составляли и выполняли программу нагрева).

Необходимую величину зоны равномерного нагрева по длине сварного соединения с учетом автоматического программного процесса нагрева рассчитывали по формуле:

$$L_{\text{рн}} \geq B + 4S_{\text{ст}},$$

где  $B$  — ширина сварного шва, мм ( $B=40$  мм);  $S_{\text{ст}}$  — толщина стенки корпуса коковой камеры, мм.

Толщина стенок сварного соединения № 4 равна 48 мм, поэтому указанная на рис. 5 схема размещения индукторов обеспечивала необходимую величину зоны равномерного нагрева  $L_{\text{рн}} \geq 40 + 4 \cdot 48 \geq 332$  мм (действительная величина зоны  $L_{\text{рн}}$  при программном управлении термообработкой равна установочной длине индукторов, для сварного соединения № 4 эта величина равна 370 мм в верхней части вертикального соединения и 340 мм — в нижней части, что значительно больше минимальной необходимой величины 232 мм). Для обеспечения равномерности нагрева по окружности вертикального сварного соединения использовали способ расположения витков индуктора так, чтобы расстояние между двумя группами по три витка в верхней части соединения (70 мм) было больше, чем в нижней части (30 мм) (см. рис. 5). Это обеспечило необходимую равномерность нагрева: разница в температуре нагрева в точках установки термопар № 1–8 на внешней поверхности камеры не превышала  $30^{\circ}\text{C}$ , а перепад температуры по толщине стенки между точками №№ 1 и 9, 2 и 10, 3 и 11 (рис. 6) в конце выдержки не превышал  $15^{\circ}\text{C}$ .

Управление работой параллельно включенных электротермических установок проводили по единой программе нагрева с об-

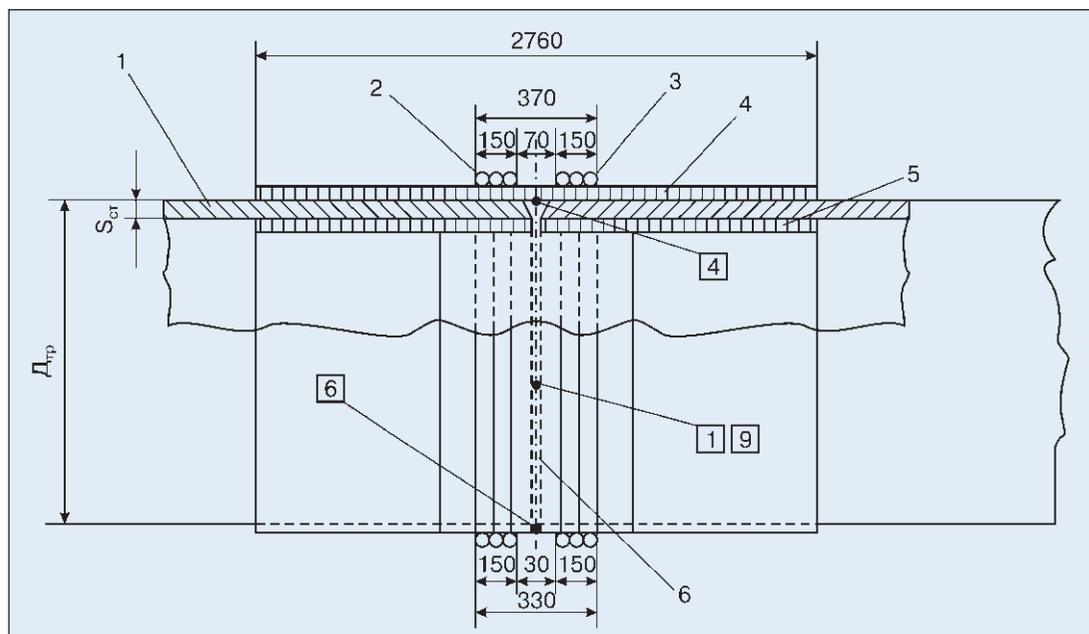


Рис. 5. Схема установки индукторов при термообработке сварного соединения № 4 корпуса камеры: 1 — сварное соединение; 2 — индуктор № 1; 3 — индуктор № 2; 4 — внешняя теплоизоляция сварного соединения; 5 — внутренняя теплоизоляция; 6 — сварной шов (1, 4, 6, 9 — места установки термопар)

шего для обеих установок шкафа управления 7 (см. рис. 4). Для удобства обслуживания установок их разместили в морском контейнере длиной 12 м.

В качестве теплоизоляции использовали отечественный высокотемпературный материал «Супер-Сил» шириной 920 мм. Три слоя теплоизоляции общей шириной примерно 2800 мм было уложено снаружи сварного соединения и три слоя изнутри. Для размещения внутренней теплоизоляции предварительно были приварены небольшими швами штыки, на которые крепили полотна теплоизоляции.

Термообработку проводила бригада термистов в составе шести человек: трех операторов-термистов на передвижных термических установках и трех инженерно-технических работников. Бригада работала в две смены, длительность рабочего дня 12 ч. Термообработка заняла примерно один месяц.

Время подготовительных работ к термообработке составило 10–12 ч, основное время термообработки: монтаж-включение-остывание до температуры 350°C — 12–14 ч, окончательное остывание под слоем теплоизоляции до температуры окружающего воздуха — 7–8 ч.

Контроль качества термообработки проводили путем измерения твердости сварных соединений, которая составляла не более 230 НВ, что соответствует нормативным требованиям. Кроме того, сварные со-

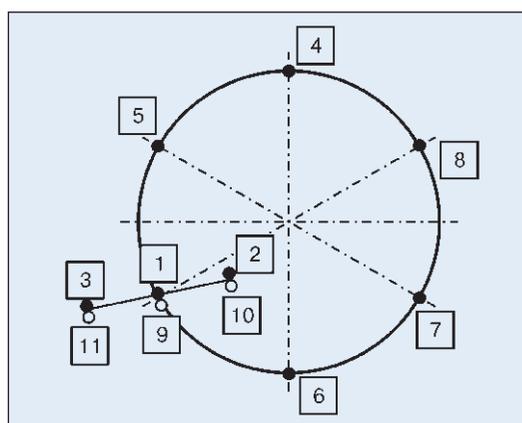


Рис. 6. Схема размещения термопар для контроля температуры термообработки: ● — размещение термопар на наружной поверхности; ○ — точки размещения термопар на внутренней поверхности; цифра — номер канала измерения температуры на автоматическом регистрирующем потенциометре

единения подвергали ультразвуковой дефектоскопии, которая показала отсутствие недопустимых дефектов.

В связи с отрицательной температурой окружающего воздуха гидравлические испытания были заменены на пневмоиспытания при акустико-эмиссионном контроле: на прочность давлением при 0,8 МПа, которые проходили в течение 20 мин. Проведенные испытания и контроль подтвердили высокое качество сварки и термической обработки.

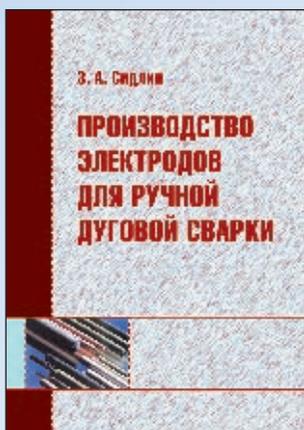
Проведенные работы по местной термической обработке сварных соединений крупногабаритной коксовой камеры показали техническую обоснованность и рациональность применения для таких работ индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц. Для выполнения такой термообработки необходимо:

- наличие квалифицированного персонала термистов и современные электротермические установки для индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц;
- разработка технологической инструкции с указанием режимов местной термообработки, технологических способов проведения работ, обеспечивающих необходимую равномерность нагрева и качества термообработки;

- проведение тепловых расчетов, определяющих необходимую мощность электротермических установок;
- обеспечение электроснабжением необходимой мощности, надежное обеспечение водой для охлаждения индукторов и электротермических установок, укомплектование высококачественной теплоизоляцией и т. п.;
- обеспечение условий для безопасного проведения работ.

Полученный опыт местной термической обработки сварных соединений крупногабаритных сосудов давления с использованием индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц рекомендуется для широкого применения в различных отраслях промышленности. ● #985

## РЕЦЕНЗИЯ



В 2009 году в издательстве «Экотехнология» вышла книга известного специалиста в области разработки, исследования и изготовления сварочных электродов, доктора технических наук З. А. Сидлина «Производство электродов для ручной дуговой сварки».

Следует отметить, что появления этой книги ожидали многие специалисты, учитывая, что это — первая публикация о технологии изготовления сварочных материалов, выпущенная на постсоветском пространстве. Прошло около 25 лет с момента выхода последней книги на такую тематику. За это время появилось много новых производств, выросло новое поколение рабочих, инженеров, технологов, которым негде было получить всю информацию по проблемам производства сварочных электродов. Ассоциация «Электрод» постоянно обращалась с просьбой подготовить книгу подобного содержания.

В новой книге достаточно подробно изложена историческая последовательность всех этапов разработки электродов начиная с 1881 года, а также история производства покрытых металлических электродов в СССР и странах СНГ.

Используя свой богатый опыт, автор детально и доступно описал все операции технологического процесса изготовления электродов. Причем операции описаны без привязки к конкретному производителю, что позволяет использовать этот опыт практически любому изготовителю сварочных электродов.

Большое внимание автор уделил классификации сварочных электродов в соответствии как с отечественными, так и с зарубежными стандартами (в частности, ЕН499).

Как известно, вопросы качества продукции всегда были определяющими, поэтому очень важно, что в книге есть специальная глава «Управление качеством в электродном производстве». Приведены сведения о сертификации продукции. Значительный объем книги посвящен вопросу охраны труда и техники безопасности при производстве электродов.

Хотелось бы привести некоторые замечания. Было бы полезно дополнить книгу данными об электродах для сварки и наплавки цветных металлов и сплавов. Требуют уточнения некоторые термины, приведенные в книге. Например, вместо слов «ведущий легирующий элемент» следовало бы написать «основной легирующий элемент», вместо используемого в тексте термина «закрупнения» — использовать термин «крупные частицы», словосочетание «флотированный плавиковый шпат» заменить «флотационным плавиковым шпатом».

Книга написана хорошим литературным и техническим языком, легко читается, доступна читателям с разным уровнем технической подготовки.

Она вызовет большой интерес у широкого круга специалистов, занимающихся изготовлением электродов для ручной дуговой сварки и, несомненно, станет настольной книгой для мастеров, технологов и других специалистов электродных производств.

Генеральный директор ЗАО «Свама», президент Ассоциации «Электрод»  
И. М. Лившиц

По вопросу приобретения книги можно обращаться в издательство «Экотехнология»:  
03150 Киев, а/я 52; тел./факс +380 44 287 6502.



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.

**Технология сварки, принятая на нашем заводе при изготовлении емкостей, предусматривает следующий порядок приварки днищ: сварка внутреннего корневого шва на флюсовой подушке и сварка наружного шва «на весу». Сварка внутри сосуда при приварке днищ по этой технологии сопряжена с рядом трудностей. Существуют ли технологии для однопроходной приварки днищ в потолочном положении, которые позволили бы решить все проблемы?**

*М. П. Овсиенко (Верхне-Днепровск)*

Такая технология известна. Она опробована еще в 1950-е годы, возрождена в 1970-е, ее внедряли в производство при автоматической сварке под флюсом газопроводных труб, котлов и цистерн в потолочном положении при подаче флюса в зону сварки шнеком. Сущность способа сварки в потолочном положении представлена на рисунке. Флюс 2 и плавящийся электрод 8 подают к свариваемому стыку 1 в направлении снизу вверх, т. е. как бы в потолок. При этом электрод проходит через уплотненный слой флюса, упирается в изделие, происходит короткое замыкание, торец электрода мгновенно расплавляется, в результате между электродом и основным металлом образуется некоторый очень незначительный зазор, через который идет поток электрически заряженных частиц.

Возникает электрическая дуга, которая горит между находящимися под напряжением электродами (электродной проволокой и стенкой емкости), им передается кинетическая и потенциальная энергия заряженных частиц. В результате электроды интенсивно нагреваются и плавятся. При горении дуги в ней возникают электродинамические силы, воздействующие на расплавленный металл и вытесняющие его из-под основания дуги, в связи с чем дуга проникает в глубь свариваемого

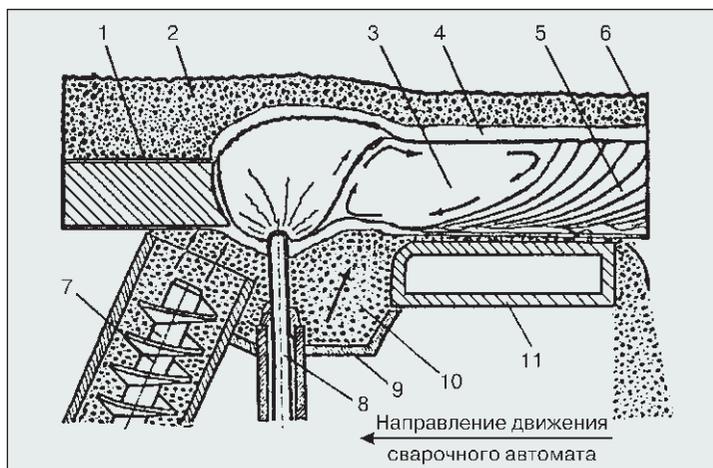


Рисунок. Схема сварки под флюсом в потолочном положении: 1 — свариваемый металл; 2 — исходный флюс I; 3 — расплавленный металл; 4 — расплавленный флюс; 5 — закристаллизовавшийся металл; 6 — шлаковая корка; 7 — шнек для подачи флюса; 8 — сварочная головка; 9 — бункер для флюса; 10 — исходный флюс II; 11 — формирующее устройство

мого материала. Степень погружения дуги в металл зависит, прежде всего, от выбранного режима сварки, поэтому сваркой в потолочном положении можно выполнять как корневые, так и однопроходные стыковые соединения ограниченной толщины. При выполнении однопроходных швов сварка внутри сосуда исключается. Защиту и формирование внутренней части шва выполняет слой флюса, который высыпается из бункера, подвешенного в виде маятника на механизм передвижения сварочного трактора. Качество таких сварных соединений отвечает всем требованиям ГОСТ 24.050-34-84. Применение способа однопроходной потолочной приварки днищ требует повышенного качества подготовки кольцевых стыков изделия к сварке: превышение свариваемых кромок — не более 2 мм, зазор в стыке 1–3 мм, высота прихваток 1–2 мм. Это требует дополнительной оснастки и замедляет сборочные операции. Очевидно, эти требования и ограничивают широкое применение данной технологии.

● #986



# Теплозащитные покрытия с металлическим подслоем, полученным электроискровым легированием

Г. С. Каплина, канд. техн. наук, Е. А. Астахов, д-р техн. наук, А. И. Кильдий, Л. В. Кучер,  
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Технология нанесения металлического подслоя теплозащитных покрытий (ТЗП) должна обеспечивать его необходимые плотность, химический и фазовый состав, высокую прочность сцепления с основой, а также минимальное термическое воздействие на основу. Анализ литературных данных показал, что наиболее полно вышеперечисленные требования обеспечиваются при применении для нанесения металлических подслоев плазменного напыления в динамическом вакууме (ВПН) и электроннолучевого (ЭЛН) напыления. Однако эти методы не лишены существенных недостатков. Основным недостатком ЭЛН является дороговизна оборудования, сложность его обслуживания, а также невысокая производительность процесса. ВПН более высокопроизводительный процесс, однако не обеспечивает высокой прочности сцепления и высокой плотности металлического подслоя, кроме того, при напылении порошками недостатком является низкий коэффициент использования материала.

Перспективным для нанесения подслоя может оказаться метод электроискрового легирования (ЭИЛ), достоинствами которого являются: высокая прочность сцепления легированного слоя с материалом основы; отсутствие теплового воздействия на основу при правильно выбранных режимах легирования; невысокая стоимость оборудования для реализации метода, простота его обслуживания; низкая энергоемкость процесса; высокий коэффициент использования материала электрода для легирования.

Таблица 1. Режимы детонационного напыления теплозащитного слоя

| № режима напыления | Материал покрытия   | Расход рабочих газов, м <sup>3</sup> /ч |                |                | Толщина слоя при одном выстреле, мкм | Дистанция напыления, мм |
|--------------------|---|---|----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------|
|                    |   | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>           | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |                                      |                         |
| 1                  | AlCuFe  | 1,15                                    | 0,5            | 0,4            | 10–12                                | 110                     |
| 2                  | NiCrAlY   | 1,15                                    | 0,5            | 0,4            | 10–12                                | 110                     |
| 3                  | 50%AlCuFe+<br>50%ZrO <sub>2</sub> ·Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0,5                                     | 2,0            | –              | 6–8                                  | 110                     |
| 4                  | 50%NiCrAlY+<br>50%ZrO <sub>2</sub> ·Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,5                                     | 2,0            | –              | 6–8                                  | 110                     |
| 5                  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +13%TiO <sub>2</sub>               | 0,5                                     | 2,0            | –              | 3–5                                  | 110                     |

Целью настоящей работы было исследование возможности получения методом ЭИЛ металлического подслоя для формирования на нем детонационным методом теплозащитного слоя.

В качестве материала электрода для ЭИЛ выбран металлический сплав системы NiCoCrAlY, широко применяемый для нанесения металлического подслоя ТЗП при ЭЛН. Состав этого сплава (мас. %): 43,08 Ni; 21,25 Co; 26,05 Cr; 9,32 Al; 0,30 Y.

Образцы из стали 45 с металлическим подслоем, полученным ЭИЛ, подвергали детонационному напылению, используя следующие порошки или их смеси, полученные механическим смешиванием:

1. Порошок сплава AlCuFe, полученный методом распыления водой высокого давления, состав Al<sub>63</sub>Cu<sub>25</sub>Fe<sub>12</sub> (мас. %): 41,5 Al; 40,4 Cu; 17,1 Fe; 0,22 O; размер частиц 80+63 мкм.

2. Порошок сплава NiCrAlY марки ПХ16Н77Ю6У, содержащий (мас. %): 12–15 Cr; 6–7 Al; 0,3–0,6 Y; 0,21 O; 0,003 N; остальное – Ni, размер частиц 63+40 мкм.

3. Порошок ZrO<sub>2</sub>·Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, состав (мас. %): 93ZrO<sub>2</sub>·7Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, размер частиц 63+5,6 мкм.

4. Порошок, содержащий (мас. %): 87Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+13TiO<sub>2</sub>, размер частиц 22,5+5,6 мкм.

Детонационное напыление проводили на установке «Перун-С», режимы напыления приведены в табл. 1.

Для изучения удельного привеса при нанесении металлического подслоя использовали аналитические весы марки ВЛА–200. Исследование фазового состава слоев ТЗП проводили на дифрактометре ДРОН–3 в K<sub>α</sub>-Cu-излучении, а изучение их структуры осуществляли на оптическом микроскопе «Неофот–32» при разном увеличении (от 100 до 1000). Для измерения микротвердости использовали прибор ПМТ–3 при нагрузке на индентор 0,050 ГПа, этим же прибором измеряли толщину слоев покрытия, а

также определяли размеры отдельных структурных составляющих.

Испытания на термостойкость проводили по методике, предусматривающей печной нагрев. По этой методике образцы с покрытием помещали в электронагревательную шахтную печь (диаметр 100 мм, высота 150 мм) с воздушной атмосферой, нагретую до 400 °С, выдерживали в печи 10 мин, извлекали из печи и охлаждали на воздухе на металлической пластине. Время охлаждения образца примерно 10 мин. Проведено до 100 циклов нагрева и охлаждения. После каждого термоцикла осуществляли внешний осмотр и осмотр с помощью лупы с увеличением  $\times 20$ . При отсутствии следов его разрушения термоцикл повторяли. Покрытие считали разрушенным при отслоении примерно 15% его площади.

Исследовано влияние таких технологических параметров ЭИЛ, как режим и время легирования на удельный привес, внешний вид слоя и его шероховатость, структуру, фазовый состав, микротвердость. Установлено, что для получения металлического подслоя, соответствующего необходимым требованиям (толщина слоя, плотность, прочность сцепления с подложкой, шероховатость) ЭИЛ следует проводить при средней силе тока легирования 2,6–2,8 А не более 4 мин/см<sup>2</sup>. В результате ЭИЛ на оптимальном режиме на стальной поверхности образуется белый нетравящийся беспористый слой, плотно прилегающий к основе. Об отсутствии теплового воздействия при ЭИЛ косвенно свидетельствуют одинаковые значения микротвердости основы непосредственно у линии соединения слой—основа, а также одинаковая структура и ее травимость по всей поверхности.

Таблица 2. Характеристика слоев, полученных ЭИЛ стальной поверхности электродом из сплава NiCoCrAlY в течение 4 мин

| № п/п | Сила рабочего тока при ЭИЛ, А | Удельный привес, г/см <sup>2</sup> | Толщина слоя, мкм | Фазовый состав  | HV <sub>0,05</sub> , ГПа |
|-------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------|---|--------------------------|
| 1     | 0,9–1,0                       | 0,00080                            | 13,9±1,2          | Ni, Cr, CoAl, NiAl, AlCr <sub>2</sub> , Co, Al, Cr <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub>   | –                        |
| 2     | 2,0–2,2                       | 0,00289                            | 20,4±3,5          |   | –                        |
| 3     | 2,6–2,8                       | 0,01000                            | 48,0±5            | Ni, Cr, CoAl, Al <sub>2</sub> Cr <sub>3</sub> , Al <sub>5</sub> Ni <sub>3</sub> , Co, CrCo, Co <sub>2</sub> Al <sub>9</sub> , Cr <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> , Al <sub>4</sub> Ni <sub>3</sub> , Al, AlCr <sub>2</sub> | 5,2±0,6                  |

Примечание. HV<sub>0,05</sub> материала электрода NiCoCrAlY составляет 3±0,15 ГПа.

Характеристика слоев, полученных ЭИЛ стальной поверхности электродом из сплава NiCoCrAlY, приведены в табл. 2.

Сравнение фазового состава слоев, полученных при разных режимах легирования, а также сравнение с фазовым составом материала электрода позволяют утверждать следующее:

- фазовый состав слоя определяется составом материала;
- основной причиной отличий фазового состава слоя от фазового состава электродного материала можно считать химическое взаимодействие компонентов, входящих в состав электродного материала, между собой в процессе направленного переноса от электрода к поверхности основы во время ЭИЛ.

Отсутствие изменения микротвердости по сечению слоя может свидетельствовать о его равномерности по составу.

Детонационное напыление теплозащитных слоев различного состава проводили с использованием режимов, указанных в табл. 1, а металлическим подслоем служил слой, полученный ЭИЛ электродом

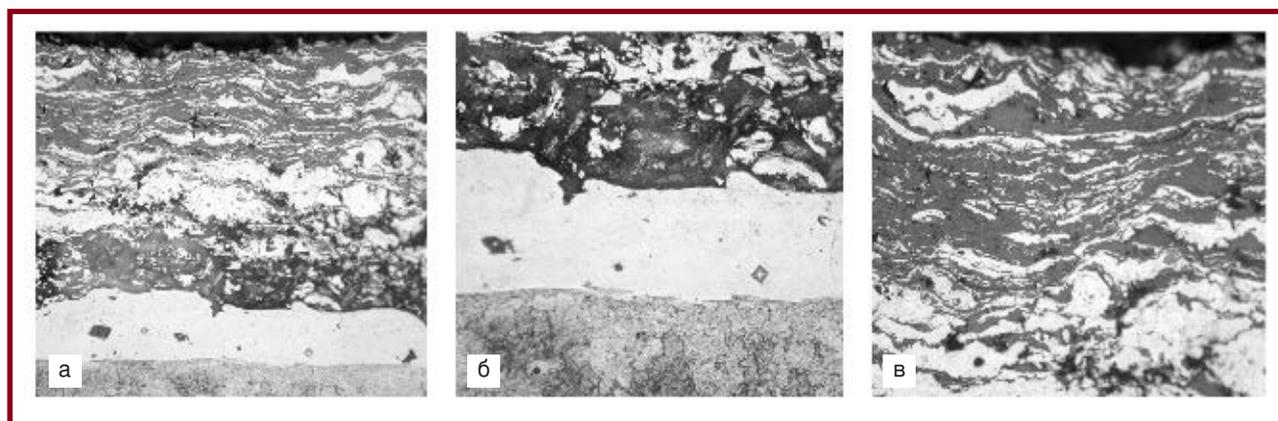


Рис. 1. Микроструктура ТЗП, полученного детонационным напылением порошка 50% (ZrO<sub>2</sub>·Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + 50% AlCuFe на поверхность стали, подвергнутой ЭИЛ: а — ТЗП  $\times 200$ ; б — граница подслой — слой,  $\times 400$ ; в — верхняя часть слоя,  $\times 400$

Рис. 2. Микро-структура ТЗП, полученного детонационным напылением порошка  $Al_2O_3-13TiO_2$  на поверхность стали, подвергнутую ЭИЛ:  
а —  $\times 200$ ;  
б —  $\times 400$

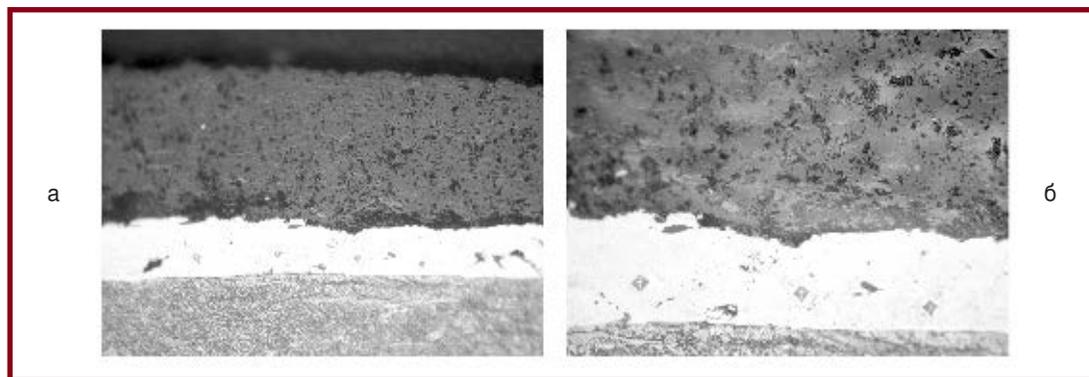


Таблица 3. Характеристика теплозащитного слоя, полученного детонационным напылением на подслои NiCoCrAlY

| Напыляемый порошок   | Толщина слоя, мкм | Особенности структуры  | Фазовый состав   | $HV_{0,05}$ , ГПа   |
|--|-------------------|--|--|---|
| AlCuFe   | 600               | Основная структурная составляющая — равноосные зерна белого цвета. На границе с подслоем можно наблюдать серые включения, количество которых уменьшается по мере удаления от границы с подслоем. Присутствуют также частицы почти черного цвета с размытыми границами, во внутренней зоне слоя этих частиц больше. По-видимому, белая составляющая представляет металлические фазы, частицы серого цвета — оксиды  | $\psi$ -фаза;<br>$\beta$ -фаза;<br>$\gamma-Al_2O_3$ ;<br>CuO; $Cu_2O$ ;<br>$Al_2CuO_4$   | Белая составляющая структуры: $5,5 \pm 0,3$ .<br>Смесь белой и серой составляющих: $4,5 \pm 0,2$  |
| 50% $ZrO_2 \cdot Y_2O_3$ + 50% AlCuFe  | 400               | Структура слоя очень неоднородна. На границе с подслоем преобладают включения белого цвета с равноосными зернами, встречаются редкие включения серого цвета как равноосные, так и вытянутой формы. Кроме того, присутствуют частицы почти черного цвета и крайне редко — включения меди желтого цвета. Такая структура составляет примерно 1/3 толщины слоя. За этой зоной количество серой составляющей возрастает, проявляется резко выраженная слоистость. Содержание серой фазы в этой зоне не менее 60%, это может быть как $ZrO_2$ , так и $Al_2O_3$ , образовавшийся вследствие окисления в процессе нанесения порошка сплава AlCuFe. Следы от выкрошившихся включений присутствуют по всему сечению слоя, в районе границы слоя с подслоем наблюдается повышенная пористость | $\psi$ -фаза;<br>$\beta$ -фаза;<br>$\gamma-Al_2O_3$ ;<br>CuO; $Cu_2O$ ;<br>$Al_2CuO_4$ ;<br>$ZrO_2(куб)$ ;<br>$ZrO_2(монокл.)$ | Белая составляющая структуры: $5,7 \pm 0,2$ .<br>Темно-серая составляющая структуры: $7,2 \pm 0,3$  |
| ТЗС получен последовательным напылением: 50% $ZrO_2 \cdot Y_2O_3$ + 50% AlCuFe | 250 200           | Качественно структура нижнего слоя практически не отличается от той, которая получена в п. 1, а верхнего — от структуры верхней зоны слоя п. 2. Подслои слоя, полученного детонационным напылением, отделены друг от друга продольной трещиной   | $\psi$ -фаза;<br>$\beta$ -фаза;<br>$\gamma-Al_2O_3$ ;<br>CuO; $Cu_2O$ ;<br>$Al_2CuO_4$ ;<br>$ZrO_2(куб)$ ;<br>$ZrO_2(монокл.)$ | Белая составляющая структуры: $4,7 \pm 0,3$ . $HV$ серой составляющей измерить не представляется возможным, поскольку она имеет форму очень тонких прослоек. Белая составляющая структуры: $5,8 \pm 0,2$ . Серая составляющая структуры: $7,3 \pm 0,4$ . Темно-серые выделения: $9,3 \pm 0,6$ |
| 50% $ZrO_2 \cdot Y_2O_3$ + 50% NiCrAlY   | 200               | Структура теплозащитного слоя отличается высокой плотностью и ярко выраженной слоистостью по всему сечению. Можно идентифицировать такие структурные составляющие: белую фазу вытянутой формы; серую фазу вытянутой формы; крупные равноосные или слегка вытянутые зерна белого цвета с гладкой поверхностью, занимающие примерно 5–7% площади; темно-серые слегка вытянутые зерна с гладкой поверхностью  | $ZrO_2(куб)$ ;<br>$ZrO_2(монокл.)$ ;<br>$\gamma$ -твердый раствор на основе Ni;<br>$\beta$ -фаза (NiAl); $\gamma$ -Cr          | Белая составляющая структуры: $3,2 \pm 0,6$ .<br>Смесь белой и серой составляющих: $4,7 \pm 2,0$ .<br>Измерить отдельно $HV$ серой составляющей не представляется возможным из-за малой толщины ламелей   |
| $Al_2O_3-13\%TiO_2$  | 230               | Теплозащитный слой состоит из темно-серых частиц с тонкими светлыми прожилками, занимающими не более 3% площади. Присутствуют следы от выкрошившихся включений   | $\gamma-Al_2O_3$ ;<br>$\alpha-Al_2O_3$ ;<br>$TiO_2$  | $10,2 \pm 0,3$  |

Таблица 4. Термостойкость ТЗП, полученных детонационным напылением теплозащитного слоя на NiCoCrAlY-подслои, сформированный ЭИЛ

| Теплозащитный слой  |              | Результаты после 100 циклов испытаний  |
|---|--------------|--|
| Состав  | Толщина, мкм |  |
| AlCuFe  | 350          | На поверхности покрытия не обнаружено трещин и сколов. Наблюдается потемнение поверхности                |
| 50% AlCuFe + 50% (ZrO <sub>2</sub> ·Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                                     | 350          | На поверхности покрытия не обнаружено трещин и сколов. Степень потемнения поверхности меньше, чем в п. 1 |
| Состоит из 2 слоев: 1) AlCuFe<br>2) 50% AlCuFe + 50% (ZrO <sub>2</sub> ·Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 150<br>400   |  |
| 50% NiCrAlY + 50% (ZrO <sub>2</sub> ·Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                                    | 350          | На поверхности покрытия не обнаружено никаких изменений  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -13TiO <sub>2</sub>  | 400          |  |

NiCoCrAlY по режиму, приведенному в п. 3 табл. 2. Изучение структуры теплозащитных слоев (рис. 1, 2) показало, что она практически не отличается от структуры тех слоев, которые получены напылением на подслои, для формирования которого использовали не ЭИЛ, а другие методы, в частности, детонационное напыление. В табл. 3 приведены некоторые свойства теплозащитных слоев покрытия.

Результаты испытаний на термостойкость ТЗП приведены в табл. 4.

Установленная эффективность создания теплозащитных покрытий с металлическим подслоем NiCoCrAlY, сформированным методом электроискрового легирования, позволяет рекомендовать их предприятиям машиностроения и двигателестроения для теплозащиты камер сгорания дизельных двигателей и газовых турбин. Это снизит тепловые затраты и повысит КПД агрегатов. Кроме этого, они могут быть использованы в качестве триботехнических покрытий для узлов трения машин и механизмов. ● #987



**WELDOTHERM®**  
G.M.B.H. ESSEN

- Установки для термообработки сварных соединений серии VAS<sup>TM</sup>, Standard<sup>TM</sup>, Standard Europa<sup>TM</sup>.
- 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 Weldom<sup>®</sup> GmbH Essen, Германия  
Украина, 77311, Ивано-Франковская обл., г. Калуш-11, а/я 18  
Т./ф. (03472) 6-03-30. E-mail: weldom@ukrpost.ua  
[www.weldom.if.ua](http://www.weldom.if.ua)

**ООО НПП РЕММАШ** Украина, 49083, г. Днепропетровск пр. им. Газеты «Правда» 29, к. 603  
тел. (0562) 347 009, 313 650  
тел./факс (056) 371 5242  
E-mail: remmash\_firm@ukr.net

**Разработка и изготовление оборудования для механизированной дуговой наплавки**

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

**PM-15** — универсальная установка для наплавки канатных блоков диаметром до 2500 мм

**PM-УН-5/12** — универсальные установки для наплавки крупногабаритных деталей



# Технология роботизированной CMT сварки тонкостенных коробчатых конструкций

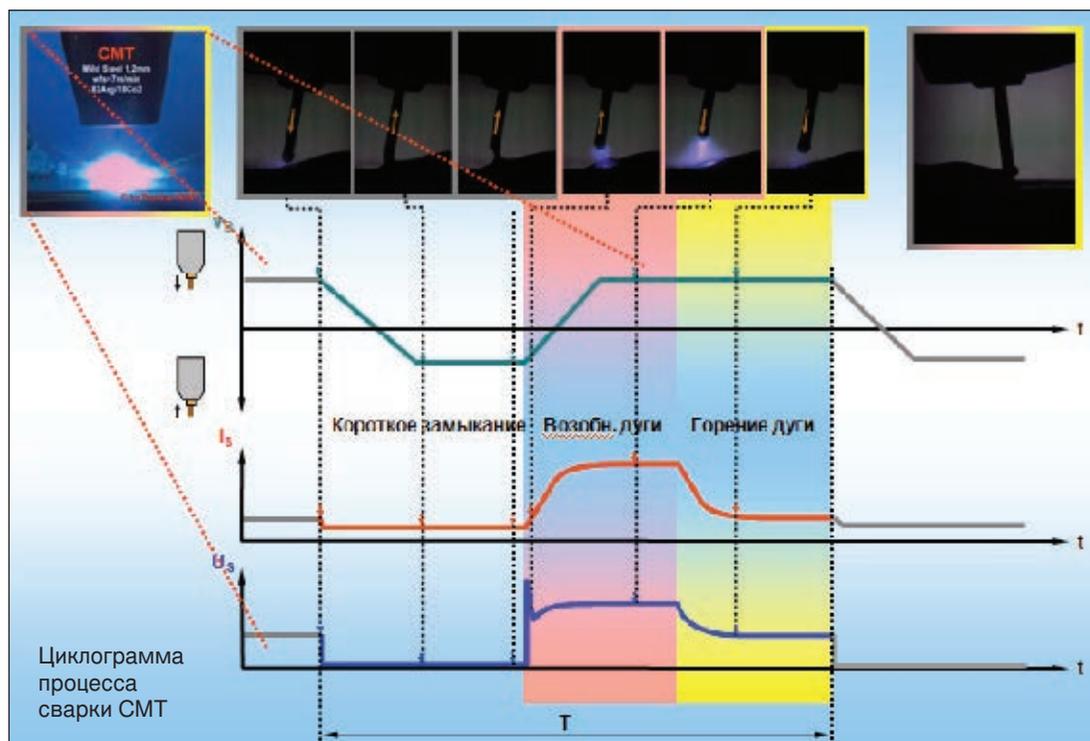
Для решения задачи сварки тонкостенных (0,3–3,0 мм) коробчатых конструкций наилучшим образом подходит технология Fronius CMT. Главное преимущество процесса в том, что сварка стали указанного диапазона толщин проводится на высоких скоростях без прожогов и образования брызг. Все это возможно только благодаря специально разработанной технологии Cold Metal Transfer (CMT). В ее основе лежит уникальный процесс переноса электродного металла в сварочную ванну за счет высокочастотного колебания проволоки (см. циклограмму ниже).

Данную технологию широко применяет фирма «Fronius» с 2004 г., она является стандартом для автомобильной промышленности, используется для сварки тонкостенных деталей (0,3–3 мм), сварки-пайки

алюминия и оцинкованной стали, MIG пайки оцинкованной стали, а также для стандартной MIG/MAG сварки.

## Преимущества оборудования Fronius CMT для сварки тонкостенных конструкций:

- Высокая скорость сварки во всем диапазоне толщин свариваемого металла.
- Малое тепловложение и, как следствие, — минимальное коробление конструкции в целом.
- Высокая стабильность горения дуги, в результате — одинаково ровный и гладкий шов по всей длине сварной конструкции.
- Полное отсутствие брызг.
- Отсутствие необходимости в зачистке сварных швов после сварки.

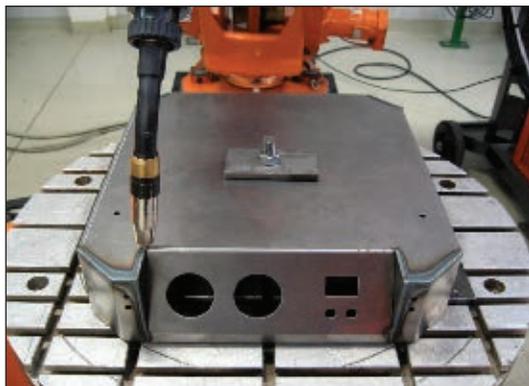


Роботизированная полуавтоматическая сварка тонких материалов (CMT — MIG/MAG) до 3 мм включительно на оборудовании Fronius

- Возможность сварки с увеличенными зазорами.
- Возможность сварки различных материалов — стали, оцинкованной стали, алюминия, нержавеющей стали; пайки, пайки-сварки комбинации алюминия и оцинкованной стали и т. п.
- Возможность подключения оборудования к любым автоматизированным или роботизированным комплексам.

**Примеры роботизированной сварки СМТ**

*Пример № 1. Тонкостенные коробчатые конструкции (ABB и Fronius CMT)*



Материал: сталь  
Толщина: 1,0 мм + 1,0 мм  
Скорость сварки: 1,0 м/мин для горизонтальных швов; 1,2 м/мин для вертикальных швов

*Пример № 2. Сварка электрошкафа (Kuka и Fronius CMT)*



Материал: сталь  
Толщина: 1,0мм + 1,0мм  
Скорость сварки: 1,0 м/мин



**ООО «Фрониус Украина»**

07455 Украина, Киевская обл.  
Броварской р-н, с. Княжичи, ул. Славы 24  
E-mail: [bondarenko.vitaly@fronius.com](mailto:bondarenko.vitaly@fronius.com)

Т. +38 044 277 21 41, ф. +38 044 277 21 44,  
моб. +38 050 312 33 90  
<http://www.fronius.ua>

*Публикуется  
на правах  
рекламы.*



**Износостойкие нанопокртия для деталей автомобилей**

В ФРГ созданы новые нанопокртия, обеспечивающие высокую износостойкость при трении стальных деталей автомобилей.

Детали с покрытиями очень часто используют в трибологических системах, в которых поверхности двух движущихся частей находятся в контакте, как например, в автомобильной промышленности. Покрытия позволяют уменьшить изнашивание и более легких материалов, и таким образом решить проблему проявления эмиссии.

Для структуры данных нанопокртий характерна комбинация таких свойств, как пластичность и твердость и в то же время легкость. Новые нанопокртия предназначены для применения на шестернях различных механизмов, а также для деталей автомобилей типа цилиндров и толкателей.

Покрытия были созданы на базе хрома и на базе углерода. По сравнению со стальными поверхностями без покрытия они показали значительно лучшие трибологические свойства при контакте со сталью как со смазкой, так и без нее.

Для испытаний был выбран клапан электропоезда, покрытый новым нанопокртием. Установлено, что новое покрытие уменьшает коэффициент трения до 10%, по сравнению с 24%, имевшими место без него. Кроме того, жизненный цикл трибосистемы был увеличен в 350 раз после нанесения нового покрытия только на одну из частей всей системы.

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

# Электролизно-водные генераторы для газопламенной обработки материалов

В.Н. Корж, д-р. техн. наук, Ю.С. Попиль, канд. техн. наук, НТУУ «Киевский политехнический институт»

*Водородно-кислородное пламя (ВКП) обладает достаточной технологической эффективностью и может быть рекомендовано для замены ацетилено-кислородного пламени в некоторых технологических процессах газопламенной обработки материалов. Замена ацетилена на водород выгодна при условии использования оборудования для получения водородно-кислородной смеси непосредственно на рабочем месте — передвижных электролизно-водных генераторов (ЭВГ), обеспечивающих получение водородно-кислородной смеси электролитическим разложением воды. Данный термин, построенный аналогично определению ацетиленовых генераторов, по сравнению с другими применявшимися терминами (электролизер, генератор водородно-кислородной смеси, газогенератор, водородно-кислородный генератор) более точно и кратко отражает сущность используемого процесса — электролиза воды, а также его цель — получение смеси водорода и кислорода.*

Широкое внедрение ВКП сдерживается отсутствием сведений о технологических возможностях ЭВГ, рекомендаций об использовании их в процессах газотермической обработки материалов и недостатком информации по их обслуживанию.

Данная статья посвящена обзору существующих ЭВГ, эффективности их использования при газопламенной обработке материалов.

Исходя из условий энергопитания и производительности все существующие конструкции ЭВГ можно условно разделить на три основные группы:

- производительностью водородно-кислородной смеси (ВКС) до  $0,3 \text{ м}^3/\text{ч}$  с потреблением тока от осветительной сети мощностью до  $1,5 \text{ кВт}$ ;
- с оптимальной производительностью ВКС порядка  $1,5\text{--}2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  с потреблением тока от промышленной сети мощностью порядка  $10 \text{ кВт}$ ;
- производительностью ВКС  $3\text{--}6 \text{ м}^3/\text{ч}$  с потребляемой мощностью до  $25 \text{ кВт}$ .

Производственный опыт показал, что газовую сварку водородно-кислородным пламенем целесообразно применять для сварки стальных деталей толщиной до  $3 \text{ мм}$ . Оптимальная потребность водородно-кислородной смеси для выполнения этого технологи-

ческого процесса составляет около  $1,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  смеси. При использовании водородно-кислородного пламени в качестве подогревающего для газокислородной резки стали толщиной до  $50 \text{ мм}$  с применением стандартных резаков оптимальная потребность составляет около  $1,5\text{--}2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  смеси. Учитывая эти потребности для питания одного сварочного поста, оптимальная производительность ЭВГ должна быть порядка  $1,5\text{--}2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  газовой смеси. ЭВГ не рекомендуют использовать для одновременного питания горючей смесью нескольких постов для газопламенной обработки, так как по требованиям техники безопасности накопление гремучего газа в ресиверах или других емкостях недопустимо, а питание двух или нескольких постов от одного ЭВГ одновременно без ресивера приводит к резким изменениям давления в газовой сети, что может вызвать обратный удар или другие нежелательные явления. Кроме того, эксплуатация ЭВГ большей производительности сопряжена с резким ужесточением требований к взрыво-, пожаро- и электробезопасности.

Электролизно-водные генераторы производительностью  $1,5\text{--}2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  газовой смеси, как правило, обеспечивают стабильную регулировку в диапазоне от  $0,1$  до  $2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ . У разработанных в настоящее время электролизно-водных генераторов производительностью  $1,5\text{--}2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  газовой смеси и выше наблюдается тенденция к уменьшению плотности компоновки, ухудшению массогабаритных характеристик с увеличением производительности. Разработка ЭВГ производительностью свыше  $2,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  газовой смеси нецелесообразна и оправдана при использовании ее для газокислородной резки металлов большой толщины: порядка  $100 \text{ мм}$  и выше. Однако при этом необходимо предусмотреть на установках для резки и напыления предохранительные устройства, экранирование газовых коммуникаций и охлаждение резака и плазмотронов для предотвращения воспламенения и взрывов гремучего газа от радиа-

Таблица. Техническая характеристика некоторых ЭВГ для газопламенной обработки материалов

| Модель  | «Моск-<br>ва 2,2» | «Моск-<br>ва 3» | «Москва<br>5Н2»<br>(комбайн) | «Моск-<br>ва 10» | «Лига<br>12»    | «Лига<br>31»    | «Лига<br>41»    | «Эффект<br>Сла-<br>вучич» | «Энер-<br>гия 5» | П-105           | А-1803           |
|---|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Производитель-<br>ность, м <sup>3</sup> /ч        | 0,83              | 1,1             | 2,0                          | 3,0              | 0,33            | 0,9             | 1,5             | 0,5                       | 0,8              | 0,36            | 1,5              |
| Потребляемая<br>мощность, кВт                     | 2,2               | 3,1             | 7                            | 10               | 1,8             | 2,2             | 4,2             | 3                         | 2,5              | 1,6             | 7,5              |
| Напряжение, В                                     | 220               | 220             | 380                          | 380              | 220             | 220             | 220             | 220                       | 220              | 220             | 380              |
| Давление газов<br>смеси, МПа                      | 0,5               | 0,5             | 0,5                          | 0,5              | 0,04            | 0,06            | 0,06            | 0,01–<br>0,3              |                  | 0,1             | 0,11             |
| Габаритные<br>размеры, мм                         | 340×450<br>×520   | 270×560<br>×520 | 360×850<br>×680              | 360×765<br>×670  | 320×230<br>×270 | 520×260<br>×275 | 535×260<br>×400 | 490×380<br>×280           | 630×350<br>×550  | 520×270<br>×430 | 700×540<br>×1040 |
| Масса, кг   | 38                | 40              | 75                           | 75               | 12              | 21              | 35              | 56                        | 60               | 31              | 192*             |
| Продолжитель-<br>ность непрерыв-<br>ной работы, ч | 3                 | 3               | 3,5                          | 1,5              | 1,5             | 2               | 2               | 2                         | 4                | 4               | 8                |

\* Без массы источника питания.

ционного нагрева разрезаемыми деталями и подогревающим газовым пламенем.

Учитывая возможность питания ЭВГ производительностью 0,3–0,4 м<sup>3</sup>/ч от осветительной сети и их технологические возможности для сварки и пайки, целесообразность производства таких генераторов оправдана.

В таблице приведена техническая характеристика некоторых выпускаемых в настоящее время ЭВГ.

Существуют две основные конструктивные схемы электролизеров: монополярного и биполярного типов.

Ячейка монополярного электролизера (рис. 1, а) представляет собой металлическую емкость вместимостью 3–5 л с ячейками и герметической крышкой, к которой прикреплена электродная система, полностью погруженная в электролит (5–30% раствор щелочи). Электродная система рассчитана на силу рабочего тока порядка 300 А при напряжении на паре электродов 1,8–3 В в зависимости от материала электродов: сталь или никель.

Максимальная производительность электролизера подобного типа может быть в пределах от 0,36 м<sup>3</sup>/ч при размещении в емкости двух пар электродов (двух ячеек) до 1,8 м<sup>3</sup>/ч при последовательном электрическом соединении нескольких ячеек.

Монополярный тип электролизера заложен в основу разработанных в ИЭС им. Е. О. Патона электролизно-водных генераторов П-105 и А-1803.

Электролизно-водный генератор П-105 производительностью порядка 0,3 м<sup>3</sup>/ч имеет встроенный трансформаторный источник

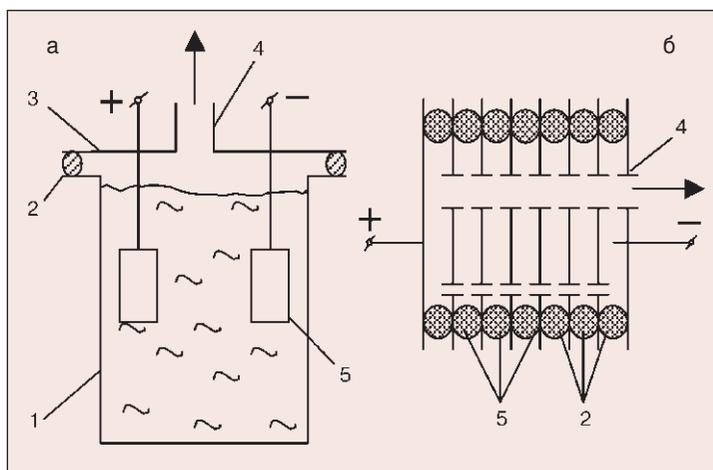


Рис. 1. Схемы ячеек электролизеров ЭВГ монополярного типа (а) и биполярного (б) типа: 1 — корпус; 2 — прокладка; 3 — крышка; 4 — выходной штуцер; 5 — электроды

питания и потребляет 1,6 кВт от однофазной сети 220 В. Конструкция электролизно-водных генераторов П-105 откорректирована после многолетней эксплуатации.

Электролизно-водные генераторы А-1803 (рис. 2) производительностью 1,6 м<sup>3</sup>/ч имеют отдельный источник питания, в качестве которого используют любой сварочный выпрямитель с силой сварочного тока 300 А. Электролизно-водный генератор А-1803 разработан взамен А-1784 с учетом результатов многолетней эксплуатации.

ЭВГ монополярного типа, как правило, построены по структурной схеме, представленной на рис. 3. Производительность ЭВГ регулируют переключателем числа витков первичной обмотки трансформатора либо тиристором с фазовым управлением. Электрический ток напряжением до 20 В через

Рис. 2.  
Электролизно-  
водный  
генератор  
А-180ЗУХЛ4

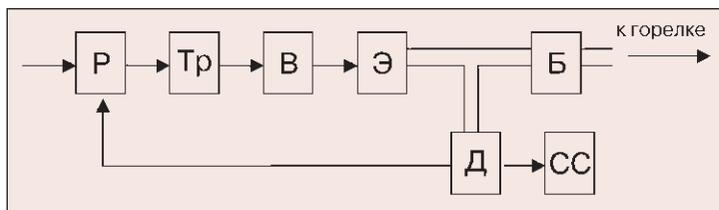


Рис. 3. Структурная схема монополярного электролизно-водного генератора: Р — регулятор мощности; Тр — трансформатор /понижающий/; В — выпрямитель; Э — электролизер; Б — барботер; Д — датчик давления; СС — система сигнализации

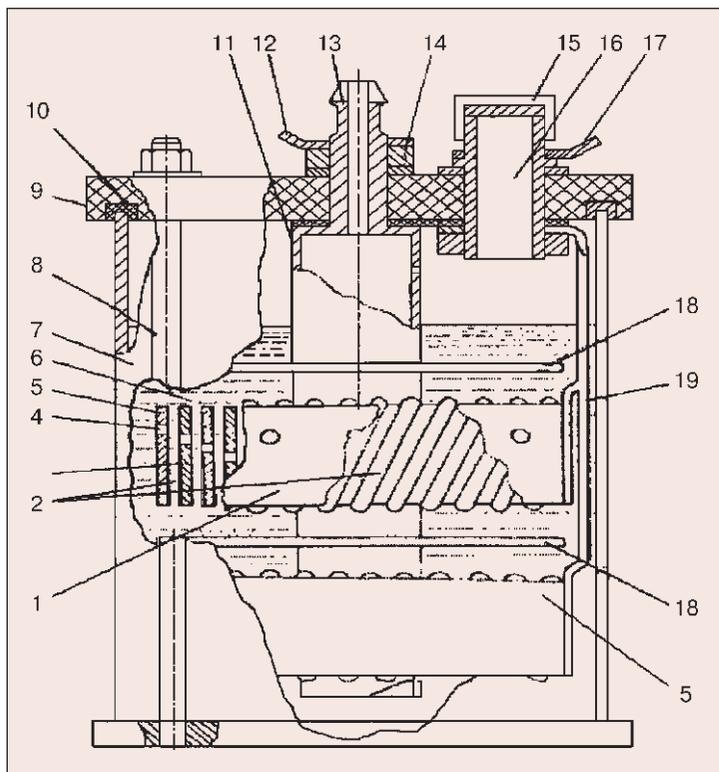


Рис. 4. Монополярный электролизер установки типа П-105 для получения гремучего газа: 1 — электродная ячейка; 2 — диэлектрическая нить; 3 — электрод; 4 — отверстие; 5 — электрод; 6 — электролит; 7 — корпус; 8 — болт; 9 — крышка; 10 — уплотняющая прокладка; 11 — токоподводящий стержень; 12 — клемма для подачи напряжения; 13 — штуцер; 14 — уплотнение; 15 — крышка; 16 — патрубок; 17 — клемма; 18 — токоподвод; 19 — газовый отражатель

одно- или двухполупериодный выпрямитель поступает в электролизер. Электролизер (рис. 4) представляет собой герметичную емкость с электродной системой, выполненной чаще всего из чистого никеля для увеличения срока службы электродной системы.

При прохождении электрического тока через электролит (раствор КОН или NaOH 5–30% концентрации) происходит разложение воды на водород и кислород, смесь которых в стехиометрическом соотношении по гибкому шлангу поступает к горелке со съёмными наконечниками. Система обратной связи обеспечивает постоянство давления смеси в газовой системе.

Необходимость использования для ЭВГ монополярного типа трансформаторных источников питания при производительности газогенератора до 0,3 м<sup>3</sup>/ч и сварочных источников питания для генераторов производительностью 1,5 м<sup>3</sup>/ч значительно увеличивает массу, габариты (таблица) и, естественно, стоимость комплекта оборудования, по сравнению с ЭВГ биполярного типа той же производительности. Однако для некоторых областей использования ЭВГ производительностью 1,5 м<sup>3</sup>/ч, например при выполнении ремонтных работ, особенно в нестационарных условиях, комплекс из ЭВГ и сварочного выпрямителя для дуговой сварки значительно расширяет технологические возможности сварочного поста.

В настоящее время выпускают комплексы «Москва-5Н2» (рис. 5), которые можно использовать для несколько видов работ. Они позволяют проводить газопламенную обработку материала и электродуговую сварку, наплавку при силе тока до 315 А. Максимальная производительность газовой смеси 2,0 м<sup>3</sup>/ч.

Конструкция биполярного электролизера (см. рис. 1, б) состоит из набора пластинчатых электродов, изолированных один от другого резиновыми прокладками, обеспечивающими внутренний объем для электролита и образующихся газов. Отверстия в электродах в верхней и нижней частях каждой ячейки служат для заливки электролита и отвода газов. При напряжении на одной ячейке 1,8–3 В можно рассчитать конструкцию ЭВГ на напряжение 220 или 380 В, что позволяет отказаться от использования громоздкого трансформаторного источника питания, применить в выпрямителе диоды малой и средней мощности и таким образом получить лучшие массогабаритные харак-

теристики по сравнению с этими же характеристиками монополярного ЭВГ той же производительности.

Биполярная конструкция электролизера с бестрансформаторной электрической схемой позволяет получить до 0,3 м<sup>3</sup>/ч газовой смеси при потреблении тока силой до 6 А от осветительной сети напряжением 220 В.

Такие преимущества конструкций ЭВГ с биполярным включением электродов обусловили разработку гаммы биполярных электролизно-водных генераторов.

Использование электролизно-водных генераторов производительностью 1,5–2,0 м<sup>3</sup>/ч газовой смеси с биполярными электролизерами позволяет в несколько раз уменьшить производственные площади по сравнению с площадью для монополярных ЭВГ за счет отсутствия отдельного источника питания.

В биполярных электролизерах фильтр-прессного типа отпадает необходимость в медных шинах для коммутации тока между ячейками, что упрощает и удешевляет конструкцию.

Существенным недостатком биполярных электролизеров является возможность разрушения межэлектродных прокладок, что приводит к разгерметизации электролизера и вытеканию электролита. Поэтому одним из основных направлений совершенствования биполярных электролизно-водных генераторов должно быть повышение безопасности его эксплуатации.

В процессе работы электролизно-водных генераторов как биполярного, так и монополярного типов неравномерный нагрев электролита и пенообразование в электро-



Рис. 5. Установка для газопламенной и электродуговой сварки «Москва-5Н2»

лизере приводят к неустойчивому горению сварочного пламени. Это создает технологические трудности при сварке и пайке деталей толщиной до 1 мм.

При организации централизованного выпуска электролизно-водных генераторов замена ацетилен на водородно-кислородную смесь, производимую электролизно-водными генераторами, для газопламенной обработки металлов экономически оправдана.

С особенностями применения водородно-кислородного пламени для газопламенной обработки материалов, полученного при сжигании водородно-кислородной смеси, производимой ЭВГ, можно ознакомиться в готовящейся к изданию монографии В.Н. Коржа и Ю.С. Попиля «Обработка металлов водородно-кислородным пламенем» (Киев, издательство «Экотехнология»). ● #988

### Группа ЧТПЗ запускает лабораторный сварочный комплекс дуговой сварки



На Челябинском трубопрокатном заводе, входящем в Группу ЧТПЗ, завершен монтаж уникального для российского трубного производства комплекса дуговой сварки труб, предназначенного для разработки современных сварочных технологий, опробования новых сварочных материалов и разработки технологий сварки труб класса прочности Х80–Х100 с толщиной стенки до 45 мм. Новый комплекс российского производства располагает возможностями сварки технологического шва одной дугой в среде защитных газов, а также пятидуговой сварки под слоем флюса. Оборудование позволяет моделировать и корректировать сварочный процесс в опытном режиме для последующего внедрения опробованной технологии в производство.

Запуск комплекса — один из этапов реализации стратегического инвестиционного проекта компании: строительства на ЧТПЗ нового электросварочного цеха по производству труб большого диаметра, ввод которого намечен на 2010 год. Введение в эксплуатацию сварочного комплекса позволит ускорить внедрение новых технологий сварки, а также сократит издержки на проведение опытных работ. Вместе с тем опытно-сварочное оборудование будет обслуживать не только новый ТЭСЦ, но и действующее трубоэлектросварочное производство. Инновационный подход к совершенствованию качества сварного шва призван стать одним из основных конкурентных преимуществ компании и нацелен на удовлетворение перспективных требований предприятий топливно-энергетического комплекса — ключевых клиентов Группы ЧТПЗ.

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

# Типовые установки производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической дуговой сварки

С.В. Дубовецкий, ООО «НАВКО-ТЕХ» (Киев)

*Технология дуговой сварки в среде защитного газа постоянно совершенствуется. На смену сварке в углекислом газе пришла импульсно-дуговая МИГ-сварка, СМТ, STT, СВТ процессы сварки. Широкое применение в скором будущем получат гибридные и комбинированные способы сварки.*

Эффективное применение новых технологических процессов невозможно без совершенствования соответствующего оборудования, в том числе сварочных установок, станков и промышленных роботов, которые обеспечивают более высокий уровень механизации и автоматизации сварочных работ.

В современных условиях острого дефицита квалифицированных сварщиков автоматизация сварочных процессов становится все более актуальной. Производители ответственных сварных конструкций чаще задумываются над тем, как исключить или, по крайней мере, уменьшить влияние «человеческого фактора» на качество выпускаемых изделий, уровень которого постоянно повышается, постепенно приближаясь к мировым стандартам.

Предприятие «НАВКО-ТЕХ» производит специализированные установки для дуговой автоматической сварки серийно выпускаемых изделий. Это, например, корпуса огнетушителей, бойлеров, электродвигателей, насосов; трубные решетки отопительных аппаратов; узлы железнодорожных стрелочных переводов; тонкостенные трубы дымоходов; шаровые краны; диски автомобильных колес и другие конструкции, сварить которые нужно качественно и с высокой производительностью.

Станки и установки «НАВКО-ТЕХ» по своим техническим характеристикам и надежности не уступают своим зарубежным аналогам, при этом их цена, а также стоимость наладки и обслуживания в 2–3 раза

ниже. Подобный комплекс характеристик достигается за счет рационального выбора составляющих элементов оборудования. С одной стороны, в его конструкции применяются высоконадежные, и поэтому довольно дорогие импортные комплектующие (источники питания, сварочные горелки, пневмо- и электрокомплектующие), отвечающие за основные рабочие параметры и надежность оборудования. С другой — в нем используются сравнительно дешевые, но достаточно качественные изделия и металлоконструкции отечественного производства.

Сварочное оборудование, созданное фирмой «НАВКО-ТЕХ», — а это более 130 единиц установок и комплексов, разработанных и изготовленных по индивидуальным проектам (с учетом модульного принципа построения и применением отработанных унифицированных узлов) — успешно эксплуатируется на многих предприятиях стран СНГ. Каждая поставка подкреплена гарантийным и последующим сервисным обслуживанием оборудования.

Предлагаем вниманию читателя несколько кратких сообщений о типовых автоматических установках для дуговой сварки прямолинейных швов производства ООО «НАВКО-ТЕХ».

**Установка АС333 (рис. 1)** предназначена для ТИГ-сварки прямолинейных швов тонкостенных труб из низкоуглеродистых и нержавеющей сталей, а также титана, длиной до 1000 мм, диаметром 80–1000 мм с толщиной стенки трубы 0,4–1,0 мм. Для сварки металла большей толщины установка комплектуется устройством УП4 прецизионной подачи холодной присадочной проволоки. Имеются модификации этой установки, ориентированные на сварку труб длиной до 500, 1250 и 1500 мм. При сварке труб длиной более 1000 мм минимальный диаметр ограничен 100 мм.

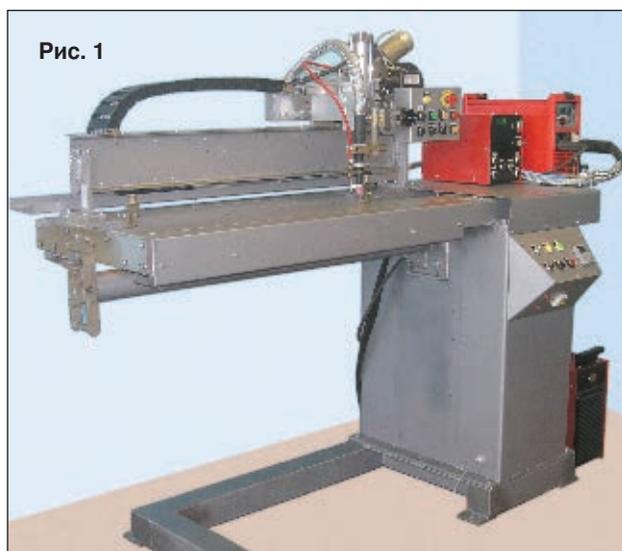




Рис. 2

В состав установки входят:

- механизм продольного перемещения горелки;
- клавишный механизм фиксации свариваемых кромок с пневмоприводом (рис. 2);
- консоль с замком и медной охлаждаемой подкладкой, обеспечивающей подачу защитного газа с обратной стороны шва;
- механизм подъема горелки с двухкоординатным корректором ее положения;
- устройство жидкостного охлаждения горелки и подкладки;
- машинная сварочная горелка с жидкостным охлаждением;
- сварочный источник питания;
- ориентирующий упор с пневмоприводом (см. рис. 2);
- аппаратура подачи защитного газа;
- программатор длины шва (по отдельному заказу);
- блок управления установкой;
- пульт оператора;
- станина установки.

Принцип действия установки состоит в следующем. Предварительно свальцованная обечайка надевается на консоль, опускается замок, который механически соединяет консоль с механизмом фиксации, и дальняя от оператора кромка прижимается к подкладке первой группой прижимов. Положение кромки определяет опущенный ориентирующий упор. Далее упор поднимается в верхнее положение и оператор вручную подводит вторую кромку до упора

с первой и фиксирует ее положение второй группой прижимов. Обечайка готова к сварке.

После нажатия кнопки «Пуск» в автоматическом режиме выполняются следующие операции: опускается сварочная горелка; зажигается дуга и выполняется сварка шва, длина которого задается программатором или положением путевого датчика; гасится дуга; поднимается горелка и на маршевой скорости возвращается в исходное положение. Зажигание и гашение дуги выполняются при неподвижной горелке с регулируемыми по времени задержками.

Возможно управление установкой как в автоматическом, так и в наладочном режиме.

В установке предусмотрена блокировка ее работы при опущенном упоре и при недостаточном давлении воздуха в пневмосети.

К настоящему времени изготовлены и эксплуатируются на предприятиях СНГ и Прибалтики около

сорока таких установок. Многолетний опыт эксплуатации показал их высокую надежность и неприхотливость в обслуживании. Как правило, они применяются для сварки дымоходных и вентиляционных труб, корпусов насосов и электродвигателей. Средняя производительность работы установки — около 200 труб длиной 1 м в смену.

Для МИГ-сварки

продольных швов обечаек из низкоуглеродистых конструкционных сталей длиной до 1 м, диаметром 100–600 мм с толщиной стенки трубы 1,2–3,0 мм предназначена установка АС308 (рис. 3). Она может выполнять сварку в положении

«на спуск» за счет наклона механизма прямолинейного перемещения и связанного с ним «клавишного» механизма фиксации кромок на угол до 30°.

Установка используется для сварки обечаек корпусов огнетушителей, внутренних баков бойлеров, железнодорожных ресиверов.

Для сварки прямолинейных швов овальных «дымогарных» труб теплообменников бытовых нагревательных котлов разработана установка АС327 (рис. 4). Один рабочий обслуживает поочередно две такие установки.

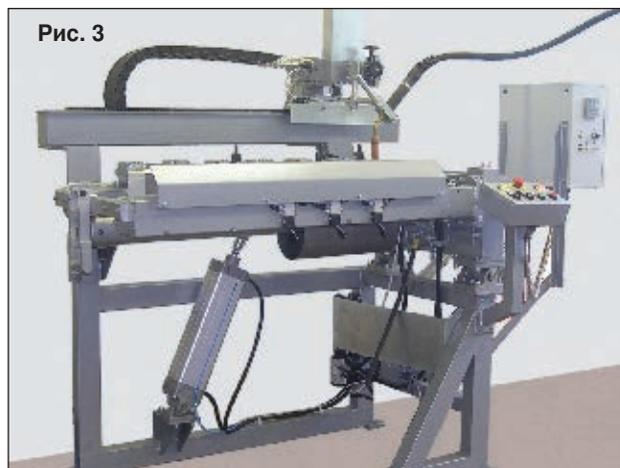


Рис. 3



Рис. 4

Каждая оснащена устройством смыкания кромок трубы (рис. 5).

Для МИГ-сварки изделий с двумя параллельными продольными швами предназначены установки АС336 и АС325 (рис. 6, 7).

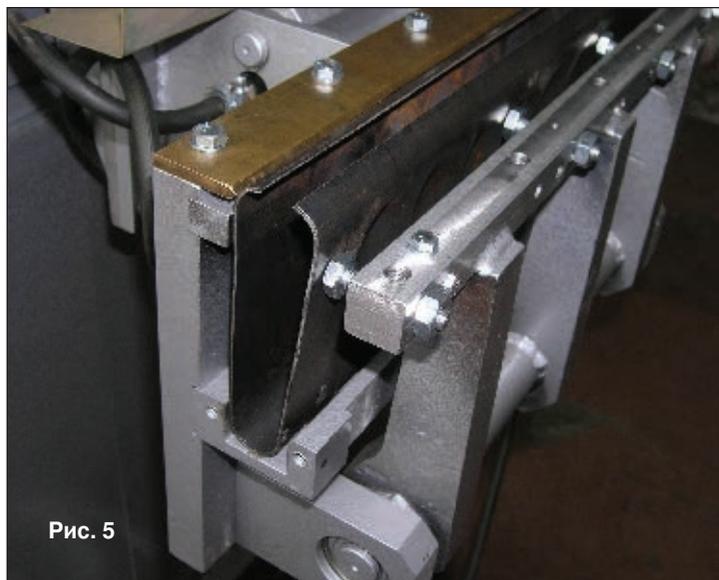


Рис. 5



Рис. 6

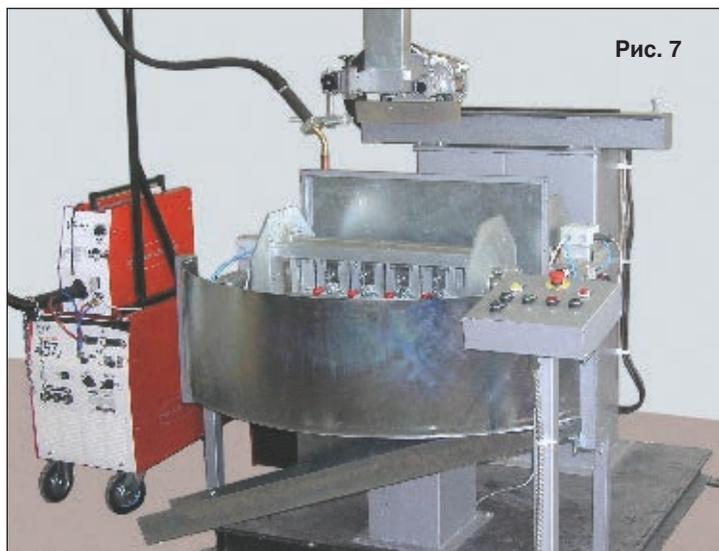


Рис. 7

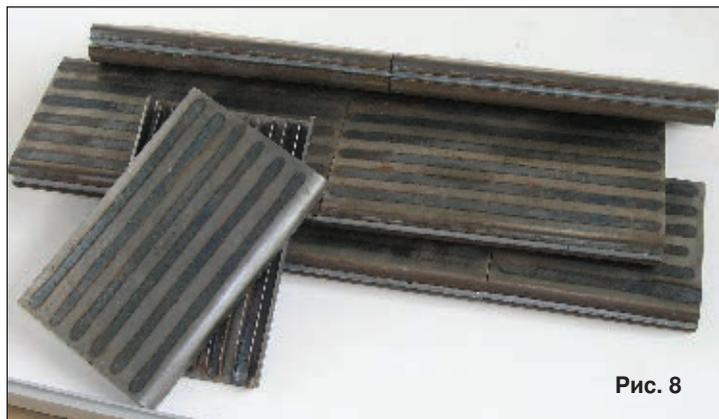


Рис. 8

**Установка АС336** — однопозиционная с автоматическим поворотом изделия на  $180^\circ$  в два положения, а **установка АС325** имеет две позиции, в одной из которых выполняется сборка свариваемых деталей (рис. 8), а в другой — их сварка. **Установка АС325** оснащена быстродействующим двухпозиционным поворотным столом (время поворота на  $180^\circ$  — 2,7 с), что позволяет совместить по времени операции сварки и сборки изделий.

Упомянутые выше установки — это небольшая часть оборудования, разработанного фирмой «НАВКО-ТЕХ» для сварки продольных швов. Каждая из них изготавливается «под заказ» с учетом индивидуальных требований заказчика, но с максимальным применением отработанных и проверенных унифицированных узлов и механизмов установок таких, как устройства линейного перемещения горелки, блоки и пульты управления, колебатели горелки, устройства жидкостного охлаждения, корректоры положения и других.

С более подробной информацией о предприятии и описании выпускаемого оборудования можно ознакомиться на сайте: <http://www.navko-teh.kiev.ua>. ● #989

Публикуется на правах рекламы.



Разработка, производство, внедрение

# СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



Welding  
Alloys  
Group

**HYUNDAI**  
WELDING CO., LTD.

ООО "НПФ "Элна" является представителем компаний:  
WELDING ALLOYS GROUP (Англия)  
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)



КОМПАНІЯ  
**КРИОГЕНСЕРВІС**

тел. +38 (044) 496-30-70, ф. +38 (044) 496-30-71; e-mail: [cryogen@cryogen.kiev.ua](mailto:cryogen@cryogen.kiev.ua); [www.cryogen.kiev.ua](http://www.cryogen.kiev.ua)

виробник криоциліндрів



**ELMA  
EMITA**

83058, Донецьк, ул. Левобережная, 35  
(062) 345-15-62, 8 (050) 326-95-71  
E-mail: [emita-elma@ukr.net](mailto:emita-elma@ukr.net)  
<http://elma-emita.dn.ua>

## Установки многоточечной контактной сварки сетки

(строительной, шахтной затяжки и евроограждений)



Ширина сетки от 600 до 3100 мм  
Размер ячейки 25...200 мм  
Диаметр проволоки 1,6...12 мм  
Количество одновременно свариваемых точек — до 82  
Подача поперечного прутка — поштучно из бункера  
Отсутствие гибких электрических соединений между выводами трансформатора и электродами  
Равномерная нагрузка трех фаз. Экономичность





## IX Международная выставка «WELDEX/Россварка»

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ • МАТЕРИАЛЫ • ТЕХНОЛОГИИ

13–16 октября 2009 г. Москва, МВЦ «Крокус Экспо»

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

С 13 по 16 октября в Международном выставочном центре «Крокус Экспо» (Москва) пройдет 9-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «WELDEX/Россварка – 2009».

Тяжелое машиностроение, промышленное и гражданское строительство, нефтяная и газовая отрасли, энергетика, авиация и автомобилестроение от года к году требуют все более прогрессивных технологических решений, новых совершенных материалов и высококачественного оборудования в таком важнейшем технологическом процессе, как сварка. В современной экономической си-

туации конкурентоспособными окажутся те производители, которые не снизят качества своей продукции и смогут в новых условиях предложить высокий уровень по относительно невысокой цене. Кризис оптимизировал процессы стабилизации и управления предприятием, вызвал потребность в модернизации оборудования для более эффективного производства. Поэтому трудно переоценить значимость выставки «WELDEX/Россварка», которая предлагает новейшее сварочное оборудование и по праву считается крупнейшим сварочным форумом России.

### Пять причин, по которым стоит посетить выставку «WELDEX/Россварка 2009»

**1. Высокий уровень организации выставки.** «WELDEX/Россварка» является единственной в России и странах ближнего зарубежья специализированной выставкой по сварочной тематике, прошедшая международную сертификацию по международным стандартам и отмеченная престижными международными знаками за достижения в области выставочной деятельности.

О значимости проекта говорит и тот факт, что «WELDEX/Россварка» проходит:

- **Под патронатом** Торгово-промышленной палаты РФ.
- **При поддержке** Министерства промышленности и торговли РФ, Правительства Москвы и Московской области, Московской торгово-промышленной палаты.
- **При содействии** Московской межотраслевой ассоциации главных сварщиков Российского научно-технического сварочного общества, Компании «ЭЛСВАР», Европейской сварочной федерации (EWF).

#### 2. Масштаб выставки.

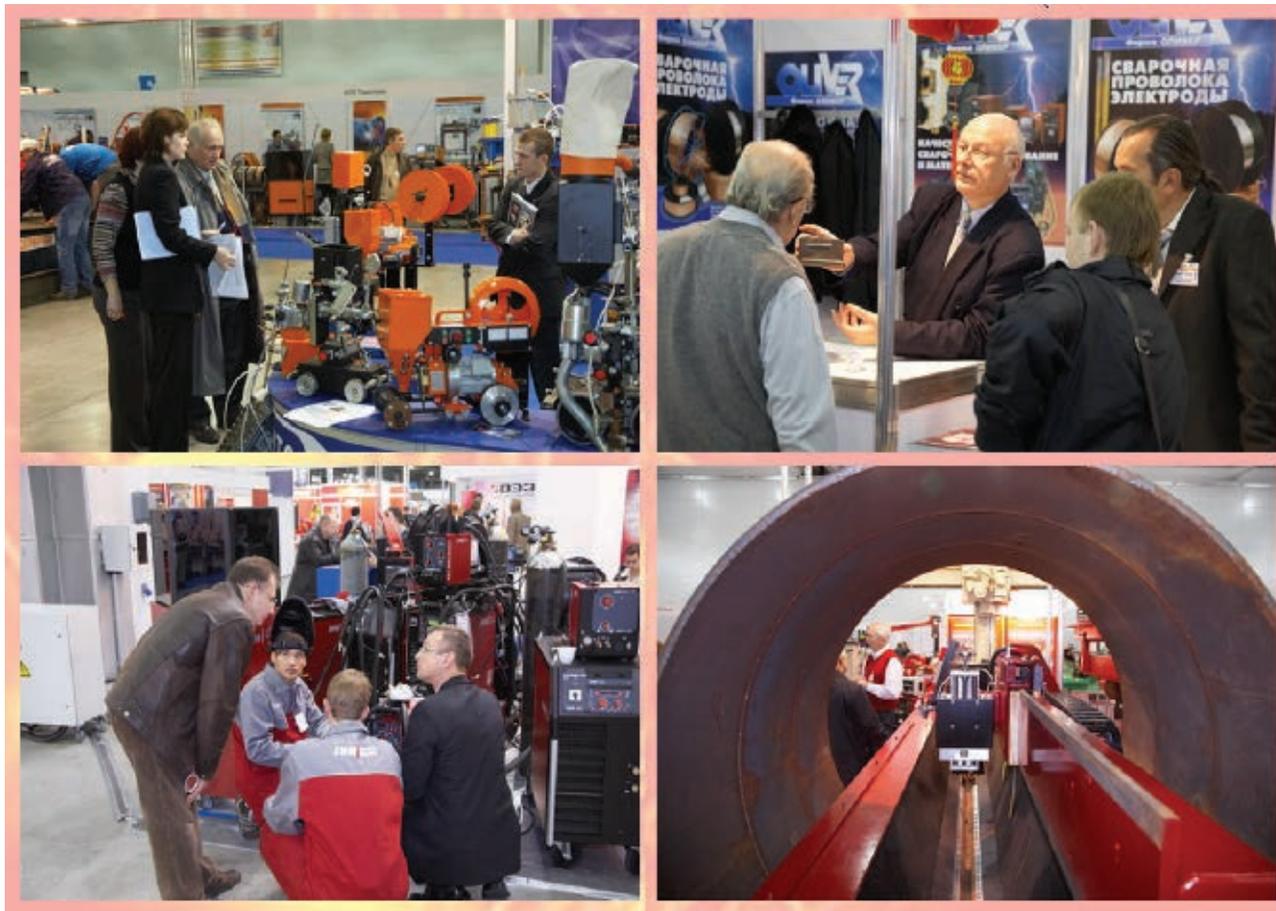
В минувшем году в выставке приняли участие более 250 компаний из 15 стран, в

том числе Германии, Австрии, Франции, Швеции, Китая, Италии и др. Площадь экспозиции составила 10 000 кв. м. В работе выставки приняли участие более 7000 специалистов. В этом году число посетителей специалистов российских предприятий в модернизации сварочного оборудования, а также тому факту, что параллельно пройдут крупнейший в России Форум «Насосы. Компрессоры. Арматура», выставка по переработке отходов WASMA и базовая выставка «Газпрома» GASSUF.

#### 3. Сварка – все звезды.

На выставке свои достижения представят такие всемирно известные бренды, как ESAB (Швеция), KUKA Robotics (Германия), «Газстройсервис» (Россия), «Внештехконтракт» (Россия), «Технотрон» (Россия), Merkle (Германия) – постоянные активные участники выставки.

Разнообразие представленных на выставке материалов делает ее доступной и познавательной как для специалистов узкого профиля, так и для тех, кого интересует так называемая «бытовая» сварка.



#### 4. Насыщенная программа мероприятий.

Программа «WELDEX/Россварка» разнообразна и интересна, в нее входят:

- Международная конференция «Автоматизация и механизация в прогрессивных сварочных технологиях для использования в современных условиях в ведущих отраслях промышленности, энергетике и строительстве».
- Заседание «Клуба деловых встреч» с участием Московской межотраслевой ассоциации главных сварщиков.
- Семинар «Актуальные проблемы производства сварочных материалов в России и странах СНГ» с участием ассоциации «ЭЛЕКТРОД».

Многие мероприятия будут направлены на популяризацию сварочной профессии. Конкурсы «Лучший сварщик» («Мистер ЛУЧ»), «Лучший инженер в области сварки» («Мистер УМ»), «Мисс сварка мира (России)» традиционно привлекут гостей и участников выставки своей зрелищностью и динамикой. Подлинным украшением выставки будет экспозиция «Сварка в искусстве» — декоративно-художественные рабо-

ты, выполненные из металла с использованиемковки и сварки.

#### 5. Сервисное сопровождение выставки.

«WELDEX/Россварка» организована в соответствии с самыми современными технологиями выставочной индустрии. Экспозиционный павильон полностью приспособлен для демонстрации сварочного оборудования в действии.

Для удобства посетителей созданы все условия. На период работы «WELDEX/Россварка» от станции метро «Строгино» будут отправляться бесплатные автобусы, а зарегистрировавшись, посетитель имеет право на бесплатный проход на выставку во все дни ее работы.

**«WELDEX/Россварка» — выставка, которую, безусловно, стоит посетить! По всем объективным показателям она входит в первую пятерку мировых событий в области сварочных технологий.**

Дирекция выставки «WELDEX/Россварка»:  
 ЗАО «МВК».  
 Тел./факс: +7 (495) 995-05-95



**ГОРЕЛКИ  
MIG /  
MAG  
и TIG  
СВАРКИ**

**НЕМЕЦКОЕ  
КАЧЕСТВО**



**ПРЕДСТАВИТЕЛЬ В УКРАИНЕ - ЗАВОД  ДОНМЕТ**

Краматорск Тел. (06264) 5-77-13, 4-26-85 E-mail: svarka@donmet.com.ua <http://www.donmet.com.ua>



**Днепрометиз**

Группа предприятий «Северсталь-метиз»

ОАО «Днепрометиз» - крупнейшее предприятие Украины в метизной отрасли, входит в международную группу производителей «Северсталь-метиз»

[www.dneprometiz.com.ua](http://www.dneprometiz.com.ua)

т/ф: +38 (0562) 35-81-50, 35-83-69, 35-15-97  
Украина, 49081, г. Днепропетровск, пр. газеты „Правда“, 20

**ПРОВОЛОКА:**

сварочная Св-08 (А), Св-08Г2С  
Вр-1 для армирования ЖБК  
общего назначения без покрытия  
термообработанная черная  
оцинкованная  
колючая

**СЕТКИ:**

плетеные  
сварные  
рифленные

**ЭЛЕКТРОДЫ:**

МР-3  
АНО-4  
АНО-36  
АНО-21  
УОНИ

**ГВОЗДИ  
БОЛТЫ  
ГАЙКИ**



С 1992 г. на рынке сварочного оборудования Украины

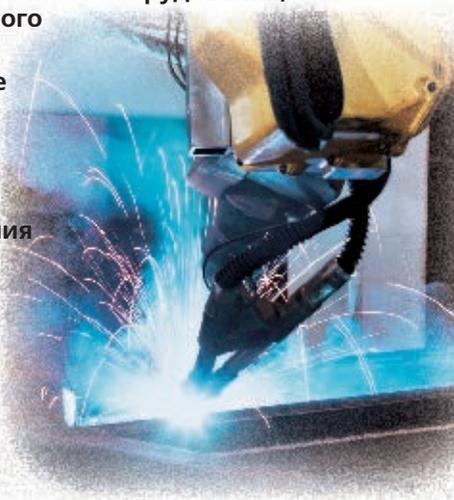


предприятие

**«Триада-Сварка»**

г. Запорожье

- Разработка и поставка автоматизированных сварочных комплексов
- Технологическое обеспечение и полная комплектация сварочных производств
- Ремонт сварочного оборудования, в т. ч. сложного
- Пуско-наладочные работы
- Широкий выбор сварочного оборудования



тел. (061) 233 1058, (0612) 34 3623,  
(061) 213 2269, 220 0079 e-mail: weld@triada.zp.ua  
Сервисный центр: (061) 270 2939. [www.triada-weld.com.ua](http://www.triada-weld.com.ua)



**Содержание  
журнала  
«ZVARAC»  
№2–2009 г.  
(Словакия)**

*F.Kolenic, P.Blazicek.*  
Минимизация деформации и устранение дефектов корневых швов при

электронно-лучевой сварке зубчатых колец . . . . . 3



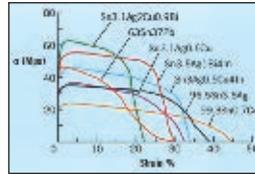
*J.Moravec.* Моделирование процесса сварки плавлением — моделирующие программы SYSWELD . . . . . 9



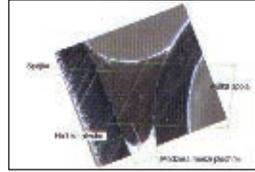
*I.Hlavaty, E.Schmidtova.* Развитие технологии наплавки высокопрочных сталей . . . . . 13



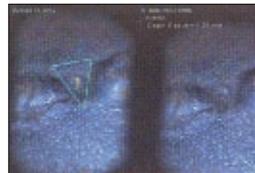
*M.Krivosik, P. Zubor, J.Szabo.* Проблематика свариваемости ферритных сталей W. Nr. 1.4762, W. Nr. 1.4724, W. Nr. 1.4713 . . . . . 17



*E.Lehovic, B.Szewczykova.* Новые аспекты сборки по технологии Flip-Chip в микроэлектронике 29



*S.Galbo.* Анализ лазерного соединения автомобильного кузова с точки зрения наличия дефектов, вызванных механическими повреждениями. . . . . 33



*A.Kucik.* Выявление и определение сварочных дефектов в недоступных местах с помощью визуального контроля . . . 43



Первая международная ярмарка науки, исследований, развития, образования и инноваций. Конкурс инновационных мероприятий 2008 года . . 46



Свариваемость легких металлов и их сплавов . . . 52



**Содержание  
журнала  
«Biuletyn»  
№3–2009 г.  
(Польша)**

Конференции, семинары, ярмарки . . . 5

Сертификат системы качества в сварочном производстве на соответствие PN-EN ISO 3834/2:2007. Фирма WAMAG S.A . . . . . 20

Сертификат системы качества в сварочном производстве на соответствие PN-EN ISO 3834/2:2007. Фирма PROMOTECH в Белостоке . . . 22

**ИССЛЕДОВАНИЯ:**

*J.Matusiak, J.Wycislik.* Здоровье и безопасность в сварочном производстве . . . . . 24

*St. Marzec.* Влияние оптического излучения и электромагнитных полей сварочного оборудования на рабочих. . . . . 35

*J.Matusiak, M.Glinski.* Способы исключения эмиссии загрязнений в рабочую среду при сварке и других родственных процессах . . . 43

*J.P.Gromiec.* Концентрация металлов и их соединений в воздухе сварочного поста при различных способах сварки . . . . . 53

*J.Matusiak.* Сварка сплавов алюминия MIG способом с низкой энергией дуги с точки зрения ограничения эмиссии загрязнений. . . . . 56

**ОБУЧЕНИЕ:**

Следующий курс для Международных сварочных инструкторов (IWP) и в Институте сварки в Гливицах. . . . . 82

Продолжение курсов Международных сварочных инженеров, организованных при Институте сварки в Гливицах . . . . . 85

Новости компаний. . . . . 88



# Современное состояние нормативной базы по электромагнитной безопасности и пути ее усовершенствования

Л. А. Левченко, канд. экон. наук, С. А. Лукьяненко, докт. техн. наук, И. Н. Ковтун, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ»

*Увеличение количества электрического оборудования, применяемого в промышленности, использование оборудования с различными частотными диапазонами электромагнитных полей и излучений (например, различные методы электросварки) требует ужесточения контроля и нормирования этого фактора и разработок научно обоснованных норм его воздействия на работающих.*

Как показывает предварительный анализ нормативно-правовой базы охраны труда, действующие документы имеют ряд противоречий и частично устарели. Кроме этого, имеются несоответствия национальных санитарных норм международным. Гармонизация некоторых международных нормативов проведена на недостаточном научно-методическом уровне, что затрудняет их практическое использование на производстве. Это вызывает беспокойство как у специалистов соответствующих областей, так и у пользователей-практиков. Кроме того, определенные несоответствия в отдельных документах усложняют сертификационные испытания продукции, а в некоторых случаях превращают их в формальность.

Наиболее универсальные национальные санитарные нормы и правила при работе с источниками электромагнитных полей (ДСН 3.3.6.096-2002) в целом отвечают современным требованиям охраны труда и применимы для работающих практически во всех отраслях промышленности. Преимуществом указанных норм является нормирование всего спектра переменных электромагнитных полей, воздействующих на население и производственный персонал. В нормах даны четкие и однозначные указания применимости различных единиц измерения параметров полей, формулы пересчета одних параметров в другие, а также алгоритмы расчета предельно допустимых уровней (доз) в зависимости от времени

воздействия, частот и т.п. При этом учитывается комбинированное воздействие низких и высоких (сверхвысоких) частот. В части предельно допустимых значений отечественные нормы даже несколько жестче общепризнанных норм ФРГ BGV B11.

Учитывая современную концепцию Всемирной организации здравоохранения о безпороговом действии электромагнитных полей и излучений (принцип ALARA — AS Low AS Reasonable — настолько низкий, насколько это разумно достижимо), такое нормирование оправдано и целесообразно. Однако эти нормы не распространяются на пользователей электронно-вычислительных машин и работающих на неотключенных электроустановках напряжением до 750 кВ, что не совсем верно, учитывая, что современные программно-технические комплексы и автоматизированные системы управления технологическим процессом предусматривают наличия в штате большого количества инженерно-технических работников, обслуживающих оборудование, в том числе силовые сети и источник электроснабжения. Некоторые, даже недавно разработанные отечественные нормативы имеют недостатки, которые в определенных условиях являются причиной понижения требований электромагнитной безопасности. Так, нормативы по проектированию объектов гражданского назначения (ДБН В.2. 5-23-2003) в пункте 2.12 содержат требования, по которым напряженность электрических полей не должна превышать предельно допустимые уровни. При этом не упоминаются магнитные и электромагнитные поля. Таким образом, формально эти параметры данным документом не регламентированы, и их могут не учитывать при выполнении проектных и электромонтажных работ. В пункте 6.16 этого же документа отмечено,

что сторонние токопроводящие элементы не должны использоваться в качестве единственного PEN-проводника. Этот пункт соответствует последней редакции Правил устройства электроустановок (ПУЭ, «Индустрия», 2007. – 416 с.), однако является неверным с точки зрения требований электромагнитной безопасности. При наличии двух или более заземлителей из-за их различного электросопротивления появляются несбалансированные электротокы промышленной частоты и ее гармоник, причем иногда они создают магнитные поля гигиенически значимых уровней. Кроме этого, такое явление крайне отрицательно влияет на стабильность функционирования компьютерной техники, расположенной в смежных помещениях, и оборудования автоматизированных систем в целом (информационные кабели, силовые сети и т.п.), что, в свою очередь, крайне негативно влияет на психологическое и эмоциональное состояние персонала. В то же время государственные стандарты Украины по электромагнитной совместимости, регулирующие эти факторы (ДСТУ EN 50081-1:2003, 50081-2:2003, ДСТУ IEC 61000-2-2:2002 и др.), не являются обязательными и согласно Приказу Госпотребстандарта Украины от 16.08.06 №251 применяются добровольно производителями оборудования. В частности, указанный Приказ распространяется на ДСТУ EN 50199-2001 «Электромагнитная совместимость. Оборудование для дуговой сварки. Общие технические условия». Таким образом, отсутствует обязательная регламентация уровней электромагнитных помех, создаваемых сварочным оборудованием. В то же время, как показали современные исследования, сварочные процессы создают помехи широко-частотного спектра, вплоть до радиочастот.

Санитарные нормы по эксплуатации оборудования вычислительной техники ДСанПиН 3.3.2.007-98 и ДНАОП 0.00-1.31.99 ссылаются на обязательные санитарные правила выполнения работ в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты (ДНАОП 0.03-3.21-91), хотя этот норматив был упразднен разработанными ранее нормами СН №198-97. Норматив относительно предельно допустимых уровней магнитных полей промышленной частоты (ДНАОП 0.03-3.13-85) был отменен введением санитарных норм ДСН 3.3.6.096-2002. Следует отметить, что в санитарных нормах и правилах по защите населения от электромагнитных излучений (ДСанПиН № 239-96) в части нормирования электрических полей частотой 50 Гц термин «население» включает людей, которые проживают, работают или временно находятся под действием этого физического фактора и не имеют профессионального отношения к источникам поля. Таким образом, формально не устанавливаются различия между гражданскими и производственными нормами, что иногда может приводить к разночтениям.

В качестве средств защиты от магнитных полей и излучений ДСанПиН 3.3.6.096–2002, кроме защиты временем и расстоянием, рекомендуют экранирование полей экранами из алюминия, меди, их сплавов, а также стали и пермаллоя в виде листов и сеток, но неточно указаны параметры электромагнитных полей, экранируемых тем или иным материалом. В части излучений (полей волновой зоны) желательнее указать шаг сетчатой конструкции (или размеры перфорации) в зависимости от длины падающей волны. Кроме этого, необходимо, по мнению авторов, дополнить перечень современными магнитомягкими аморфными сплавами, защитные свойства которых на порядок превосходят пермаллой даже после термообработки.

Из всех нормативных документов по электромагнитной безопасности только ДСанПиН № 239-96 содержат перечень рекомендованного оборудования для контроля уровней полей и излучений (Приложение № 1). Однако в этом перечне есть ссылки исключительно на приборы зарубежного производства (в основном серии ПЗ производства РФ) с большими погрешностями измерений (1-4 дБ), что не совсем приемлемо для контроля электромагнитных полей и излучений низких уровней, которые являются основным фактором вредного влияния на людей.

Проведенный анализ нормативной базы по электромагнитной безопасности нельзя считать полным и окончательным, однако приведенные данные позволяют сделать ряд основных выводов.

Разработка и внедрение на производстве санитарно-гигиенических и организационно-технических мероприятий по повышению электромагнитной безопасности работающих требует существенной коррекции действующих нормативных актов в области охраны труда.

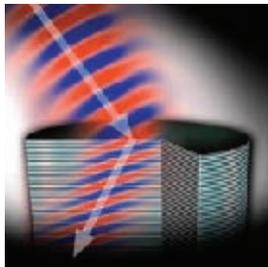
Действующие национальные санитарные нормы электромагнитной безопасности должны быть более тщательно гармонизированы с соответствующими международными нормативами, с учетом специфики эксплуатируемых в Украине силовых сетей и другого электрооборудования, а также современных исследований и практических наработок в этой области. Государственные стандарты Украины в области электромагнитной совместимости должны быть обязательными для исполнения и применяться как при сертификационных испытаниях оборудования, так и при его промышленной эксплуатации.

Учитывая, что средства вычислительной техники являются неотъемлемыми компонентами управления технологическими процессами, соответствующие нормативы по их эксплуатации должны быть приведены в соответствие с современным государственным стандартом и санитарными нормами Украины, а также с научно обоснованными рекомендациями в этой области.

● #990

## Удивительные материалы

### Создан трехмерный метаматериал для инфракрасных лучей



Структура нового материала поворачивает световой луч в обратную сторону (иллюстрация Keith Drake)

Ученые из Принстонского университета (Princeton University) создали удивительный метаматериал, который обладает отрицательной рефракцией, то есть преломляет световые лучи в противоположном направлении, нежели естественные материалы, в ограниченном диапазоне волн.

Метаматериал, созданный группой исследователей под руководством профессора электронной инженерии Клэр Гмахл (Claire Gmachl), также обладает отрицательным индексом преломления в ближней инфракрасной области спектра. Подобный материал создан не впервые. А весной этого года ученые из университета Вюрцбурга (Universität Würzburg) даже нашли материал с отрицательной рефракцией, существующий в природе ( $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$ ).

Новый метаматериал из Принстона проявляет отрицательную рефракцию по трем измерениям. Он создан полностью из полупроводников (чередующиеся слои  $\text{In}_{0,53}\text{Ga}_{0,47}\text{As}$  и  $\text{Al}_{0,48}\text{In}_{0,52}\text{As}$ ). Эти вещества способны переключаться между проводящим и непроводящим состояниями, именно поэтому их чаще других используют для создания микрочипов и оптоэлектроники. А значит, новый материал будет легче «вживить» в уже существующие устройства, полагают его создатели.

Одно из возможных применений нового метаматериала — создание из него плоских линз для микроскопа, который позволит разглядеть даже такие маленькие объекты, как нити ДНК.

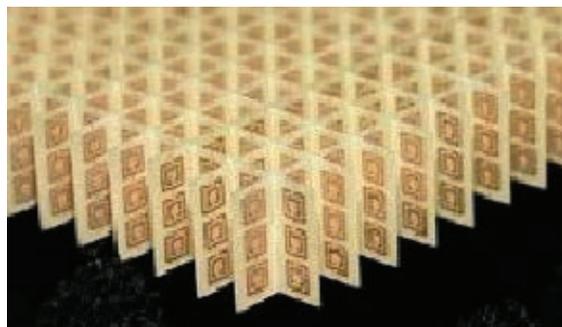
[www.membrana.ru](http://www.membrana.ru)

### Американцы создали материал-невидимку

Исследователи из университета Калифорнии в Беркли создали метаматериал, который способен скрывать накрываемые им объекты, делая их невидимыми.

Главная особенность нового материала заключается в обратном преломлении видимого света. Это означает, что свет способен переходить на другую сторону материала таким образом, как будто он проходит сквозь материал и то, что под ним визуально кажется скрытым.

Фактически же с обратной стороны материал отражает лучи света с незначительным преломлением, примерно так, как будто свет проходит сквозь стеклянный стакан с чистой водой.



Разработчики материала говорят, что факт искажения объектов, конечно, присутствует и его видно, но в перспективе специалисты намерены добиться четкой трансформации лучей света на обратную сторону материала.

Метаматериал — это искусственно созданные инженерные структуры, которых в природе не существует. Эта система способна изменить расположение электромагнитных волн, что приводит к обратному преломлению света в микроволновом диапазоне, заявляют ученые.

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

### Физики создали прозрачный алюминий

«Прозрачную» форму алюминия получили британские ученые из Оксфорда (Oxford University), бомбардируя металл самым мощным в мире лазером с мягким рентгеновским излучением. Физики говорят, что это новое экзотическое состояние материи, изучение которого будет иметь большое значение для планетологии и ядерного синтеза.

«То, что мы создали, это состояние материи, которое никто прежде не видел, — заявляет в пресс-релизе университета профессор Джастин Уарк (Justin Wark), один из авторов открытия. — Полученные зна-

ния однажды позволят нам использовать энергию ядерного синтеза на Земле».

Открытие стало возможным благодаря лазерной установке, которая находится в Гамбурге и называется FLASH. Она производит очень краткие импульсы мягкого рентгеновского излучения, каждый из которых по мощности оставляет позади электростанцию, обеспечивающую энергией целый город. Сконцентрировав эти импульсы в точке диаметром менее одной двадцатой диаметра человеческого волоса, физики очень ненадолго — лишь на 40 фемтосекунд — сделали алюминий «прозрачным», почти невидимым для сильного ультрафиолетового излучения.

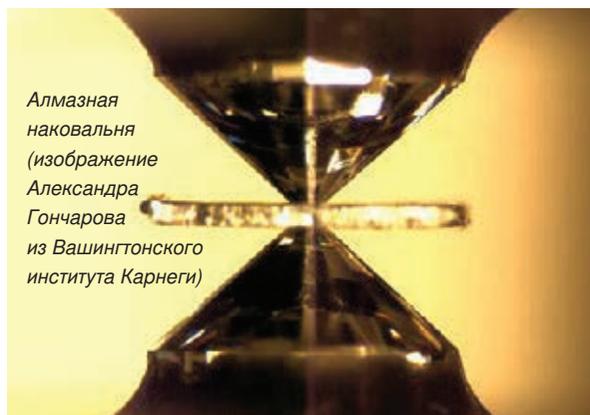
[www.membrana.ru](http://www.membrana.ru)

### Получен новый металлический сплав, который не расширяется при нагреве

Необычные свойства вещества, как показала группа американских ученых, проявляются при сжатии под давлением, которое в сотни тысяч раз превосходит атмосферное.

Первый сплав железа с никелем, обладающий сверхмалым температурным коэффициентом линейного расширения, получил в 1896 году швейцарский физик Шарль Эдуар Гийом, который пытался найти наилучший способ изготовления международного эталона метра. Ученый назвал новый сплав инварным («инвариантным»). В ходе изучения этого материала и различных его аналогов выяснилось, что инварные свойства связаны с изменениями магнитных характеристик вещества, которые каким-то образом «нейтрализуют» эффект термического расширения. «Результаты компьютерного моделирования говорят о том, что электроны в инварных сплавах могут находиться в особом энергетическом состоянии, — говорит ведущий автор работы Майкл Уинтерроуз (Michael Winterrose) из Калифорнийского технологического института. — Причем для поддержания этого состояния необходимо очень точно выдерживать химический состав соединения».

Планируя свой эксперимент, американские исследователи намеренно выбрали сплав палладия и железа Pd<sub>3</sub>Fe, не обладающий инварными свойствами (такие свойства характерны для «противоположного» по составу PdFe<sub>3</sub>). «Атомы железа и палладия сильно отличаются по размерам, что позволяло надеяться на проявление интересных эффектов при повышении давления», — объясняет г-н Уинтерроуз. Для создания давления экспериментаторы использовали алмазную наковальню.



Алмазная наковальня (изображение Александра Гончарова из Вашингтонского института Карнеги)

В ходе опытов образец нагревался до 650 К под давлением 7 ГПа; его особенности были также тщательно проанализированы при комнатной температуре и давлении до 33 ГПа. В результате выяснилось, что в диапазоне температур 300–523 К под давлением в 7 ГПа материал практически не расширяется, демонстрируя инварные свойства. Проведя моделирование квантово-механических характеристик электронов в сплаве, ученые подтвердили, что тот действительно может становиться инварным. «Под давлением электроны занимают особые энергетические уровни, что вполне соответствует нашим представлениям о поведении инварных сплавов», — отмечает Майкл Уинтерроуз.

Ученым, таким образом, удалось в какой-то степени имитировать изменение химического состава вещества. По выражению г-на Уинтерроуза, они действовали «алхимическими методами», заставив электроны под давлением вести себя так, как будто они принадлежат атому другого элемента.

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



Электронная бумага Plastic Logic

### Начата разработка нового поколения цветной электронной бумаги

Кембриджские ученые начали трехлетний проект с бюджетом в 12 млн фунтов, целью которого является создание цветной электронной бумаги следующего поколения. Появление такой бумаги сделает возможным выпуск интерактивных цветных газет и журналов.

Проект получил поддержку американской компании Plastic Logic, которая ранее уже представила прототип электронной бумаги. Отметим, что он больше похож на лист формата А4, чем аналогичные прототипы, которые размерами напоминают карманные книги.

Продукт Plastic Logic пока показывает черно-белое изображение, не отличается излишней гибкостью и довольно медленно меняет картинку. Целью нового проекта является разработка цветного эластичного экрана, который позволит газетам и другим печатным изданиям сделать свои продукты интерактивными — возможно, даже с добавлением видеоматериалов.

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

## Жидкие кристаллы могут служить смазкой

Новый тип смазки, предложенный учеными из Фраунгоферовского института механики материалов (Фрайбург, Германия), позволяет уменьшить трение в подшипниках и передаточных механизмах практически до нуля. Андреас Кайлер объясняет, как удалось добиться таких результатов: «Смазка изготовлена на основе жидких кристаллов (ЖК) наподобие тех, что используются при производстве современных мониторов с плоскими экранами. В отличие от обычных жидкостей, все молекулы ЖК имеют одинаковую ориентацию в пространстве».



Это изобретение может открыть новый рынок смазочных материалов (фото Haker.in.ua)

Совместно с коллегами из Фраунгоферовского института прикладных исследований полимеров и инженерами компании Nematel ученые провели практические испытания с целью выяснить, какие кристаллы и в каких условиях лучше всего использовать для создания смазки. Схема эксперимента проста: к металлическому цилиндру, который передвигается по контактной поверхности, прилагается определенное усилие. Исследователи измеряют энергию, которую необходимо затратить для перемещения этого цилиндра.

Как оказалось, через некоторое время после нанесения на соприкасающиеся поверхности ЖК трение падает почти до нуля. Длительность переходного процесса определяется в основном силой, которая приложена к цилиндру. «Опыты показывают, что применять смазку на основе жидких кристаллов в подшипниках качения нецелесообразно, так как контактное давление слишком велико, и сила трения снижается не так существенно, — делится результатами исследования доктор Кайлер. — С другой стороны, такая смазка идеально подходит для подшипников скольжения».

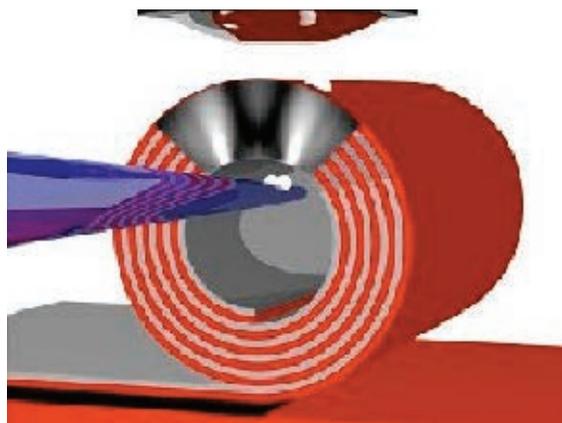
Поскольку производство ЖК до настоящего момента было ориентировано на их использование в различных дисплеях (а значит, требовалось обеспечить исключительную чистоту продукции), цены на них остаются очень высокими. Поэтому в ближайших планах ученых разработка упрощенного процесса синтеза. Всего же, по их оценкам, до выхода на рынок нового типа смазочных материалов осталось от трех до пяти лет.

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

## Создан новый метаматериал, самоорганизующийся в суперлинзу

Группа исследователей под руководством Штефана Швайгера (Stephan Swaiger) создала новый метаматериал, который самоорганизует в так называемую суперлинзу. Об этом сообщает New Scientist. Ученые создали метаматериал из нескольких слоев серебряной фольги и полупроводников. Благодаря различному внутреннему строению слоев тонкая полоска подобного материала самостоятельно сворачивается в цилиндр, стенки которого оказываются составлены из нескольких слоев метаматериала.

Внутри цилиндра ученые помещали изучаемый объект на расстоянии нескольких нанометров от стенки. В результате облучения светом в области, именуемой ближним полем, возникают так называемые исчезающие волны. Это стоячие электромагнитные волны, интенсивность которых убывает экспоненциально с ростом расстояния от поверхности. Их появление является результатом полного внутреннего отражения на границе раздела сред с различными коэффициентами преломления.



Данные волны несут достаточно много информации об объекте. Стенки цилиндра улавливают их и «превращают» в обычные световые волны, которые можно наблюдать с помощью оптического микроскопа. В результате полученная схема позволяет видеть отдельные объекты, размер которых меньше длины волны видимого света.

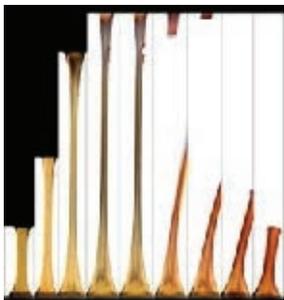
Обычные линзы не могут добиваться подобной разрешающей способности из-за дифракционного предела.

Для преодоления этих трудностей в настоящее время используются электронные и атомно-силовые микроскопы. Их слабым местом является то, что, например, для исследования образец должен быть кристаллизован и помещен в вакуум, что затрудняет использование этого устройства для изучения живых образцов. Новая схема позволит проводить исследование подобных объектов в динамике, не уничтожая их.

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

### Ученые разработали материал с возможностью изменения цвета

Университет штата Иллинойс специально для американской армии разработал особый материал, способный менять цвет при внешнем воздействии. За эту функцию ответственно специальное вещество-эластомер: по мере надавливания на материал его цвет становится сначала оранжевым и затем красным. Когда давление прекращается, эластомер восстанавливает прежнюю окраску.



Новая технология должна найти применение во многих военных приспособлениях, подвергающихся сильной нагрузке, которая должна отслеживаться, дабы предотвратить трагедию. К таким приспособлениям относятся парашютные стропы, скалолазные веревки и т. д.

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

### Создан самый прочный в мире материал

Группе американских и китайских ученых удалось получить самый прочный на сегодняшний день материал — специально обработанный лонсдейлит. Он оказался на 58% тверже алмаза.

Лонсдейлит представляет собой одну из аллотропных модификаций углерода. Структура его кристаллической решетки напоминает структуру решетки алмаза. За это данный материал даже получил второе имя — гексагональный алмаз. Отличие заключается в том, что элементарная ячейка лонсдейлита содержит четыре атома, а ячейка алмаза — восемь.

Ученым удалось объяснить необычайную прочность лонсдейлита, создав модель, которая учитывала так называемые поперечные силы, возникающие в кристаллической решетке под давлением. В результате удалось установить, что при воздействии давлением сжатия связи между атомами в решетке лонсдейлита перестраиваются особым образом. При этом объем образца сохраняется, а его твердость увеличивается.

Воздействуя определенными нагрузками на лонсдейлит, исследователям удалось довести твердость полученного материала до крайне высоких значений. Оказалось, что обработанный образец ломается при давлении 152 ГПа (алмазы разрушаются при давлении «всего» в 97 ГПа).

Исследователи отмечают, что композитные материалы на основе лонсдейлита представляются вполне реализуемыми, хотя и крайне сложными в получении.

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

### Новое антикоррозийное покрытие для судов

Ученые представили новую разработку — новый материал будет защищать корпуса морских судов. Если быть абсолютно точным, то удалось создать покрытие, которое способно защитить алюминиевый сплав от микробной коррозии в морской воде. Отчет об исследовании был представлен на собрании Общества Микробиологии и Харрогит (Великобритания).

Микробная коррозия металлов в море представляет собой большую проблему для безопасности, а также вызывает существенные финансовые потери. Великобритании, к примеру, она обходится в 3–4% ВВП. В то же время существующие антикоррозийные покрытия слишком дороги, малоэффективны и могут пагубно влиять на морских обитателей.



В основном микробная коррозия происходит в результате воздействия на корпус сероводорода, вырабатываемого микроорганизмами на поверхности. Что интересно, бактерии, способные бороться с этими микроорганизмами, встречаются в природе. Осталось лишь добавить их к новому покрытию. Оказалось, что сделать это вполне реально. Живые клетки «антикоррозийных» бактерий были обнаружены в покрытии даже через шесть недель плавания в морской воде. Кроме того, покрытие способно выдерживать температуру до 90 °С.

Лабораторные и полевые исследования показали, что содержащее бактерии покрытие способно эффективно предотвращать коррозию. Во всяком случае, эффективней других существующих покрытий. Ученые предполагают, что этот эффект объясняется противомикробными веществами, которые вырабатывают обездвиженные бактерии, но требуются дальнейшие исследования. В ближайших планах ученых — провести более длительные испытания в различных морских условиях.

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



# ОАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

**Украинское предприятие**  
**ОАО «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 на соответствие требованиям стандарта DIN EN ISO 9001–2000 и научно-технического центра «СЕПРОЗ» ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001–2001.



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, 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 УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарта 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.**

**ОАО «Запорожстеклофлюс»**  
 Украина, 69035, г. Запорожье, ГСП-356, ул. Диагональная, 2. Отдел внешне-экономических связей и маркетинга  
 Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350  
 Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041  
 E-mail: market@steklo.zp.ua  
 http://www.steklo-flus.com

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Украины и стран СНГ (кроме РФ)  
**ООО «Укртрейд», Запорожье**  
 Получение продукции производится на складе ОАО «Запорожстеклофлюс».  
 Тел.: (061) 224-6228, факс: (061) 224-6863  
 E-mail: root@ukrtade.com.ua

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации  
**ЗАО Торговый Дом «Трансэнергомт», Москва.**  
 Отгрузка со складов Белгорода, Москвы, Железнодорожная Курской обл.  
 Тел. (095) 785-3622 — Коваленко Людмила Викторовна, Охенский Владимир Викторович  
 Тел. (095) 330-0901 — Качащев Владимир Викторович, Качащев Юрий Викторович

ЗАПОРЖСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

**VISTEC VISTEK**



**100 ЛЕТ НА РЫНКЕ!**

*проволока, цепи, электроды, гвозди, лопаты, сварочная проволока*



**Приглашаем к возобновлению прямых хозяйственных связей!**

Украина, 84500, г. Артемовск, Донецкая область,  
 ул. Артема, 6  
 тел. многоканальный: +38 (062) 340-19-11, 340-19-12  
 факс: +38 (062) 340-19-10, 340-19-11, (0627) 44-02-50  
 www.vistec.com.ua; www.vistec.gorod.dn.ua

**MTI MIGATEH industries**

**УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАВЯЖИВАНИЯ ТРУБ**



**КОЛОНИ ТА ЗАВЯЖИВАЛЬНИ КОМПЛЕКСИ**



**ТЕХНОЛОГІЯ, ЩО ЗБЕРІГАЄ ЕНЕРГІЮ**

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

02660 м. Київ, вул. Алма-Атинська, 8

THE LINDE GROUP

Linde

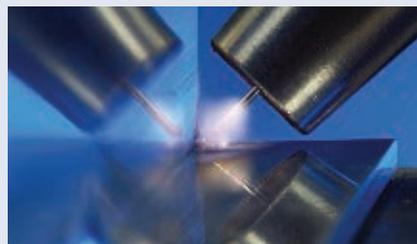
## На вершине выгодных альтернатив.

**ОАО «Линде Газ Украина», входящее в международную промышленную группу Linde, является ведущим поставщиком промышленных газов и технологических решений для производственной отрасли. Наши концепции и газовые решения приносят ощутимые преимущества в металлообработке, при сварке, резке, пайке и других процессах.**

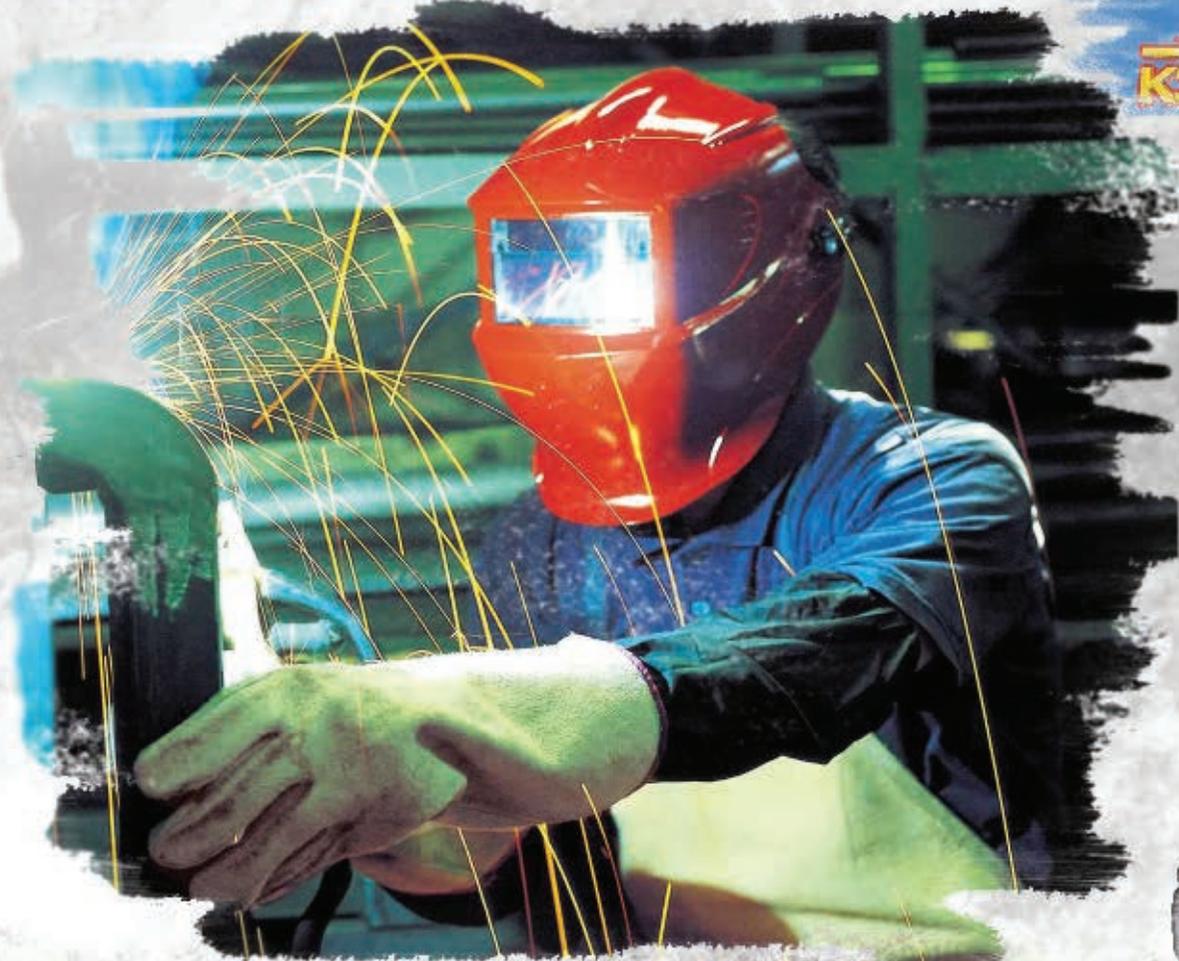
Технологии, предлагаемые компанией ОАО «Линде Газ Украина», позволяют:

- Повысить производительность и качество при раскрое и сварке металла.
- Снизить затраты на газовую резку до 40%.
- Сократить расход природного газа.
- Уменьшить затраты на сварочные материалы до 20%.
- Применить новые формы газообеспечения.

**ОАО «Линде Газ Украина»** Днепропетровск, ул. Кислородная, 1  
Тел. (0562) 35 12 25, ф. (056) 79 00 333; [www.linde-gas.com.ua](http://www.linde-gas.com.ua)  
Киевский филиал: ул. Лебединская, 36; тел. (044) 507 23 69



ОАО «КЗЭСО»



80 лет 80 years 80 років

*мы создаем электросварочное оборудование  
и поставляем его в 76 стран мира!*

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



*Мы нуждаемся в художнике даже в минуту  
величайшего счастья и величайшей беды.*

*Гете*

сделано в Украине