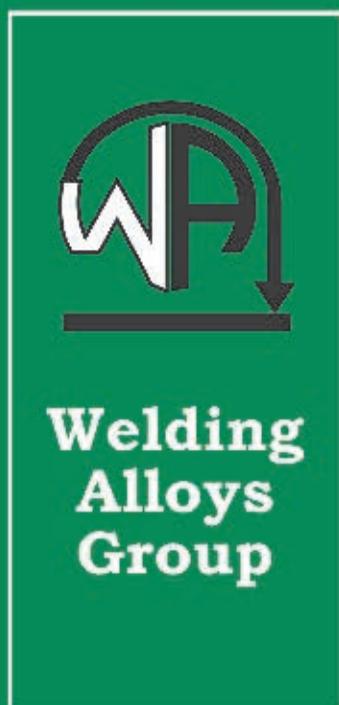


HYUNDAI WELDING CO., LTD.

Порошковые проволоки, сварочные флюсы, электроды, керамические подкладки СВМ, проволоки сплошного сечения диаметром 0.8, 1.0, 1.2, 1.6мм в катушках по 5 и 15 кг

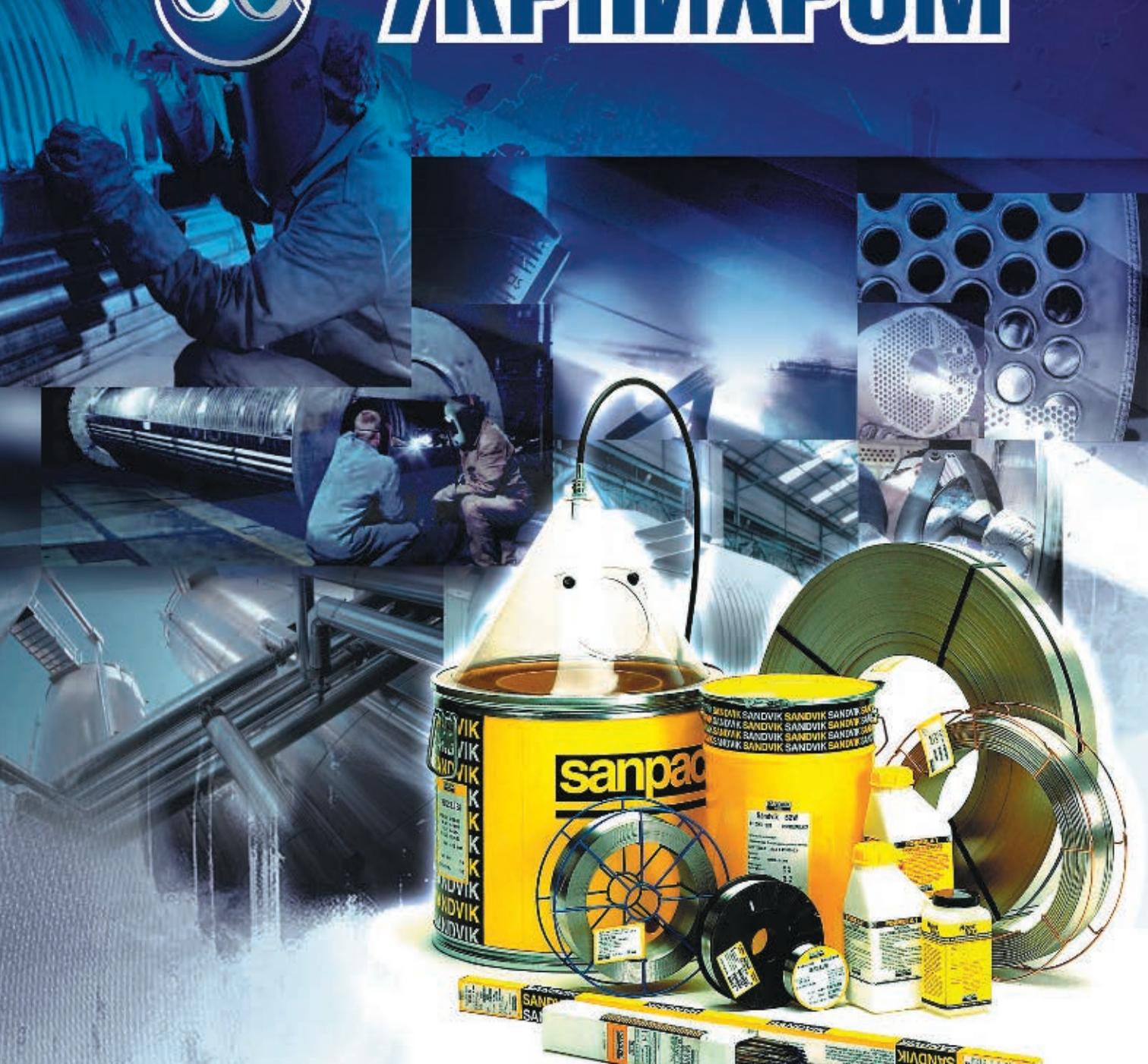


Официальный дилер "HYUNDAI Welding Co., Ltd." и "WA" в Украине:
ООО "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА "ЭЛНА"
ул. Антоновича (Горького), 69, г. Киев, 03150 (склады в г.Киеве и г.Херсоне)
тел. +38(044) 200-80-25, факс: (044) 200-85-17
e-mail: info@elna.com.ua
www.elna.com.ua





УКРНІХРОМ



ER307 (CB 08X20H9Г7Т)
ER308 (CB 04X19H9)
ER308 LSi (CB 01X19H9)
ER309 (CB 07X25H13)
ER316 (CB 04X19H11M3)
ER347 (CB 07X19H10Б)

Nicrofer 6020 сплав 625
Nicrofer 6616 (CB 06X15H60M15)
Nicrofer K7017 (ОЗЛ-25Б)
Nicrocor 400 (монель НМЖМц28-2,5-1,5)
Cronix 80 (нихром X20H80)

SANDVIK

Sandvik Materials Technology (Швеция)
ведущий производитель
сварочных материалов



ThyssenKrupp VDM

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

e-mail: info@ukrnichrom.com

www.ukrnichrom.com

Днепропетровск (0562) 33-74-35; (056) 372-70-25 Филиал в Киеве (044) 233-62-00; 501-44-53
Филиал в Донецке (062) 339-60-36; (062) 348-36-68 Филиал в Харькове (057) 761-16-97



3 (61) 2008

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

3—2008

СОДЕРЖАНИЕ

| | | | |
|--|---|-----------|---|
| | Новости техники и технологий | 3 |  |
| | Технологии и оборудование | | |
| | Сварка толстостенных конструкций с программированием параметров режима. <i>В. А. Шаферовский, А. Н. Серенко</i> | 8 | |
| | Способы повышения стойкости металла швов к образованию пор при дуговой сварке в защитных газах. <i>С. Т. Римский</i> | 19 |  |
| | Источники питания для дуговой сварки Опытного завода сварочного оборудования ИЭС им. Е. О. Патона. <i>В. И. Степахно, В. В. Андреев, В. А. Корицкий</i> | 24 | |
| | Повышение износостойкости деталей машин и механизмов сверхзвуковой газопорошковой наплавкой. <i>М. В. Радченко, Ю. О. Шевцов, С. А. Маньковский, Д. А. Нагорный</i> | 31 |  |
| | Переносные машины для подготовки кромок металлических труб. <i>А. А. Кайдалов, Ф. Коленис</i> | 34 | |
| | V Региональный открытый конкурс профессионального мастерства сварщиков | 44 |  |
| | Наши консультации | 42 | |
| | Зарубежные коллеги | | |
| | Журнал «Zvarac» | 46 | |
| | Журнал «Varilna Tehnika» | 47 |  |
| | Охрана труда | | |
| | Электромагнитная безопасность в сварочном производстве. <i>О. Г. Левченко, В. К. Левчук</i> | 50 | |
| | Знаменательные даты | | |
| | Сварочному факультету НТУУ «КПИ» 60 лет. <i>Ю. Б. Иванова</i> | 54 |  |
| | Выставки | | |
| | «Сварка. Родственные технологии—2008». V международная выставка | 58 | |
| | Международные специализированные выставки «Сварка и резка» и «Защита от коррозии. Покрытия». <i>А. А. Кайдалов</i> | 60 |  |

| | |
|---|-----------|
| Новини техніки й технологій | 3 |
| Технології й устаткування | |
| Зварювання товстостінних конструкцій із програмуванням параметрів режиму. <i>В. А. Шаферовський, А. Н. Серенко</i> | 8 |
| Способи підвищення стійкості металу швів до утворення пор при дуговому зварюванні в захисних газах. <i>С. Т. Римський</i> | 19 |
| Джерела живлення для дугового зварювання Дослідного заводу зварювального устаткування ІЕЗ ім. Е. О. Патона. <i>В. І. Степахно, В. В. Андрєєв, В. А. Корицький</i> | 24 |
| Підвищення зносостійкості деталей машин і механізмів надзвуковим газопорошковим наплавленням. <i>М. В. Радченко, Ю. О. Шевцов, С. А. Маньковський, Д. А. Нагорний</i> | 31 |
| Переносні машини для підготовки крайок металевих труб. <i>А. А. Кайдалов, Ф. Кolenic</i> | 34 |
| V Регіональний відкритий конкурс професійної майстерності зварників | 44 |
| Наші консультації | 42 |
| Зарубіжні колеги | |
| Журнал «Zvarac» | 46 |
| Журнал «Varilna Tehnika» | 47 |
| Охорона праці | |
| Електромагнітна безпека у зварювальному виробництві. <i>О. Г. Левченко, В. К. Левчук</i> | 50 |
| Знаменні дати | |
| Зварювальному факультету НТУУ «КПІ» 60 років. <i>Ю. Б. Іванова</i> | 54 |
| Виставки | |
| «Зварювання. Споріднені технології–2008». V Міжнародна виставка | 58 |
| Міжнародні спеціалізовані виставки «Зварювання й різання» і «Захист від корозії. Покриття». <i>А. А. Кайдалов</i> | 60 |

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА–2008 на журнал «Сварщик»

Подписной индекс **22405** в каталоге «Укрпошта»

CONTENT

| | |
|--|-----------|
| News of technique and technologies | 3 |
| Technologies and equipment | |
| Welding of thick wall structures with programming of regime parameters. <i>V. A. Shaferovskiy, A. N. Serenko</i> | 8 |
| Ways of increase of resistance of seam metal to pore formation at arc welding in protective gases. <i>S. T. Rimskiy</i> | 19 |
| Power sources for arc welding of Pilot plant of welding equipment of E.O.Paton Electric Welding Institute. <i>V. I. Stepakhno, V. V. Andreev, V. A. Koritskiy</i> | 24 |
| Increase of ware resistance of details of machines and mechanisms by supersonic gas powder cladding. <i>M. V. Radchenko, Yu. O. Shevtsov, S. A. Man'kovskiy, D. A. Nagorniy</i> .. | 31 |
| Portable machines for preparation of edges of metal pipes. <i>A.A. Kaydalov, F. Kolenic</i> | 34 |
| V Regional open competition of professional skill of the welders. | 44 |
| Our consultations | 42 |
| The foreign colleagues | |
| Journal «Zvarac» | 46 |
| Journal «Varilna Tehnika» | 47 |
| Labor protection | |
| Electromagnetic safety in welding manufacture. <i>O. G. Levchenko, V. K. Levchuk</i> | 50 |
| Significant dates | |
| To welding faculty NTUU «KPI» 60 years. <i>Yu. B. Ivanova</i> | 54 |
| Exhibitions | |
| «Welding. Related technologies – 2008». V International exhibition | 58 |
| The international specialized exhibitions «The Welding and Cutting» and «Protection against corrosion. Coatings». <i>A. A. Kaydalov</i> | 60 |

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO



Главный редактор К. А. Ющенко

Зам. главного редактора Б. В. Юрлов, Е. К. Доброхотова

Редакционная коллегия 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

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

Редакция Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама В. Г. Абрамишвили, Ю. Б. Иванова

Верстка Т. Д. Пашигорова, О. А. Трофимец

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон +380 44 528 3523, 529 8651

Тел./факс +380 44 287 6502

E-mail welder@welder.kiev.ua

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

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

Представительство в России Москва, ООО «Центр трансфера технологий»
Анита Анатольевна Фокина
+7 495 626 0905, 626 0347
e-mail: ct94@mail.ru

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

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

Представительство в Болгарии София, Стоян Томанов
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)
e-mail: evertood@mail.bg
ООД «Евэрт–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 04.06.2008. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgС. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 04/06 от 04.06.2008. Тираж 3000 экз. Печать: издательство «Аврора Принт», 2008. 02081 Киев, ул. Причальная, 5. Тел./ф. (044) 502-61-31.

© ООО «Экотехнология», 2008



Комплекс для автоматической воздушно-плазменной резки

Комплекс предназначен для автоматического воздушно-плазменного раскроя листов всех видов металлов и сплавов.

Перемещение плазматрона осуществляется автоматически по заданной траектории, по осям X, Y и Z. Включение установки воздушно-плазменной резки, а также перемещение плазматрона контролирует система, созданная на базе персонального компьютера с числовым программным обеспечением (ЧПУ).

Использование данного комплекса дает определенные преимущества, к которым относятся:

- автоматизация процесса резки металлов;
- обеспечение системой ЧПУ повторяемости изделий;
- высокая скорость, точность и качество резки металлов;
- доступность технологии автоматизированной плазменной резки даже на небольших предприятиях;
- возможность вырезать детали любой заданной формы;
- наличие конвертора для перевода графических файлов в формате DXF и рисунков в форматах HPGL/BMP/JPG в управляющую программу в G-кодах.



Техническая характеристика:

Точность позиционирования, мм $\pm 0,05$
 Точность повторения, мм $\pm 0,1$
 Частота питающей сети, Гц 50
 Скорость быстрых перемещений, мм/мин 1-7000
 Размеры листа обрабатываемого металла По требованию заказчика

В зависимости от масштаба и продолжительности работ, толщины листов металла в составе комплекса могут применяться установки для воздушно-плазменной резки УВПР-120, УВПР-200 или УВПР-400 (таблица).

Комплекс включает установку для воздушно-плазменной резки (УВПР-120, УВПР-200 или УВПР-400), стол с направляющими (выполняют по размерам, необходимым заказчику), систему управления (шаговые двигатели, драйверы, системный блок, программа управления станком, монитор TFT, источник бесперебойного питания, блок питания привода, клавиатура, мышь).

Таблица. Техническая характеристика установок ВПР

| Параметр | УВПР-120 | УВПР-200 | УВПР-400 |
|---|-------------|-------------|--------------|
| Толщина разрезаемого металла, мм: | | | |
| сталь и сплавы | 40 | 70 | 100 |
| алюминий и сплавы | 30 | 50 | 85 |
| медь и сплавы | 15 | 50 | 50 |
| серый чугун | 30 | 60 | 85 |
| Напряжение питающей сети, В | 3×380 | 3×380 | 3×380 |
| Пределы регулирования силы тока резки, А | 40-120 | 60-200 | 80-400 |
| Номинальная сила тока резки, А (при ПВ) | 120 (60%) | 200 (100%) | 400 (100%) |
| Максимальная потребляемая мощность, кВт·А | 32 | 50 | 150 |
| Расход сжатого воздуха, л/мин, не более* | 180 | 180 | — |
| Охлаждение плазматрона* | Воздушное | Жидкостное | Жидкостное |
| Масса, кг, не более | 155 | 260 | 360 |
| Габаритные размеры, мм, не более | 660×520×900 | 810×505×795 | 940×616×1160 |

* Параметры зависят от типа применяемого плазматрона.

Новый аппарат ДС 315АУ.33 для сварки неплавящимся электродом в защитных газах



С 2008 г. НПП «Технотрон» выпускает современный промышленный аппарат ДС 315АУ.33 для сварки неплавящимся электродом в защитных газах (АДС, TIG) сталей и цветных металлов, в том числе алюминия и его сплавов на постоянном и переменном токе до 315 А. Режим работы предусматривает сварку покрытым электродом (ММА) на силе тока до 250 А. Аппарат ДС 315АУ.33 выполнен с использованием последних достижений в области сварочных технологий, прост в управлении, позволяет задавать все параметры сварки в цифровом виде.

Предусмотрено питание как от стационарной сети, так и от автономных источников. Эта новая модель имеет следующие технические параметры:

- режим контактного и бесконтактного зажигания дуги при малой силе тока;
- непрерывный и импульсный режим работы;
- двухтактный и четырехтактный режимы работы;
- память сварочных режимов;
- регулируемое время нарастания и спада силы тока при окончании сварки;
- регулируемую силу тока зажигания;
- управление силой сварочного тока с пульта дистанционного управления $\pm 25\%$ от заданной;
- регулируемое время продува газа перед началом сварки и обдува после окончания сварки для максимальной защиты сварочной ванны;
- контроль силы тока и напряжения цифровым индикатором, контроль расхода газа ротаметром.

Импульсный режим позволяет управлять процессом тепловложения и кристаллизации сварочной ванны. Кроме

того, он облегчает работу сварщика при сварке деталей малой толщины, ведение сварки в различных пространственных положениях, снижает требования к квалификации сварщика, например при сварке вертикальных и потолочных швов.

Для сварки алюминия и его сплавов предусмотрен режим работы на переменном токе с регулировкой амплитуды, частоты и коэффициента заполнения импульсов сварочного тока, т. е. имеется возможность увеличивать либо уменьшать долю сварочного тока прямой и обратной полярности, что позволяет гибко управлять проплавляющей и очищающей способностью сварочной дуги. Повысить проплавляющую способность дуги можно, увеличив долю сварочного тока прямой полярности или его амплитуду. Повысить очищающую способность сварочной дуги, необходимую для эффективного разрушения оксидной пленки, можно, увеличив долю сварочного тока обратной полярности или его амплитуду.

Такое управление тепловложением позволяет значительно увеличить стойкость электрода и использовать горелку без водяного охлаждения.

ДС 315АУ.33 позволяет вести сварку покрытым электродом диаметром до 5 мм в непрерывном и импульсном режимах. В этом режиме аппарат имеет ограничение напряжения холостого хода до 12 В — «безопасный вариант».

Система «горячего старта» обеспечивает легкое возбуждение сварочной дуги. Устройство «антистик» защищает электрод от прилипания. Есть возможность регулировки «форсирования» сварочной дуги. Уменьшение «форсирования» снижает разбрызгивание металла, а увеличение — уменьшает вероятность залипания электрода, увеличивая проплавление и давление дуги.

Изменение наклона вольт-амперной характеристики с 0,4 до 1,25 В/А позволяет плавно управлять переносом металла в зависимости от конкретных условий сварки и типа электрода, что особенно важно при сварке целлюлозными электродами.

В источнике предусмотрено автоматическое отключение при перегреве, отсутствии одной из фаз питающего напряжения или при снижении питающего напряжения более чем на 15%. Характеристики источника не зависят от колебаний напряжений питающей сети.

● #870

Научно-производственное предприятие «Технотрон» (Чебоксары)

Техническая характеристика ДС 315АУ.33:

Напряжение питания, В..... 380 (+10–15%)

Потребляемая мощность, кВт·А, не более..... 11

Сила сварочного тока

(дискретность регулировки 1 А), А, в режиме:

АДС..... 10–315

РДС..... 10–250

Частота переменного сварочного тока в режиме

АДС (дискретность регулировки 1 Гц), Гц..... 30–200

Отношение длительности импульсов прямой

и обратной полярности в режиме АДС, %..... 30–70

Способ возбуждения дуги в режиме РДС..... Контактный и бесконтактный

Режим работы..... Непрерывный и импульсный

Номинальный режим работы ПН (при +20 °С), %..... 100

Диапазон рабочих температур, °С, в режиме:

АДС..... от минус 10 до плюс 40

РДС..... от минус 40 до плюс 40

Масса, кг..... 38

Габаритные размеры, мм..... 564×220×431

Упаковка «Ариадна» для сварочной омедненной проволоки

Упаковка «Ариадна» разработана специально для предприятий машиностроения, заводов котельного оборудования и заводов металлоконструкций, где используют механизированные и роботизированные комплексы и выполняют продолжительные сварочные работы. Проволоку упаковывают в бочки по специальной технологии намотки, гарантирующей послынную укладку по высоте емкости и прямолинейность проволоки при разматывании.

Преимущества, которые обеспечивает применение упаковки «Ариадна»:

- повышение производительности труда сварщика на 25% за счет исключения потерь времени на загрузку размоточного устройства кассетами проволоки;
- возможность ведения длинномерных сварных швов и повышение их качества;



- снижение потребности в техническом обслуживании подающего механизма сварочного аппарата;
- снижение потерь сварочной проволоки на заправочных концах в 13 раз и расхода наконечников;
- снижение физической нагрузки сварщика при установке кассет и заправке проволоки в сварочную головку;
- обеспечение стабильной работы сварочного оборудования и снижение времени его простоя из-за установки кассет и заправки проволоки в подающий механизм;
- обеспечение защиты проволоки от промышленной пыли при эксплуатации;
- удобство использования благодаря возможности расположения упаковки «Ариадна» на расстоянии до 12 м от сварочного аппарата;
- хорошее перемещение по цеху с помощью тележки или траверсы при использовании мостовых кранов.

Упаковку «Ариадна» успешно применяют на ряде российских предприятий. Она сертифицирована «УкрСЕПРО», БелСт, ГОСТ-Р, Морским и Речным Регистром судоходства России, НАКС и выпускается в условиях СМК, сертифицированной по ISO ГОСТ-Р 9001-2001.

• #871

«Межгосметиз» (Мценск)

Ручные напорные струйно-абразивные камеры

Ручные напорные струйно-абразивные камеры предназначены для обработки деталей относительно небольших размеров. Высокая производительность достигается благодаря разгону в сопле готовой воздушно-абразивной смеси, которую подают под давлением по струйному шлангу из напорного аппарата. По сравнению с эжекторными системами потери энергии сжатого воздуха при подаче абразива значительно ниже, расход воздуха в сопле выше, за счет чего выше и скорость разгона частиц абразива. В результате производительность напорных систем более чем в четыре раза превышает производительность эжекторных.



Техническая характеристика:

| | |
|--|----------------|
| Питающее напряжение при частоте 50 Гц, В. | 380 |
| Мощность, кВт. | 7,5 |
| Потребление сжатого воздуха при 0,8 МПа, м ³ /мин ... | От 5 |
| Производительность обработки, м ² /ч. | 10–12 |
| Система регенерации фильтров. | Автоматическая |
| Размеры зоны обработки, мм. | 1250×940×900 |

При работе на напорных установках возможно применение различных абразивов, однако использование мелкодисперсных (менее 100 мкм) абразивов нежелательно, так как это влечет за собой увеличение производительности вытяжной вентиляции, что приведет к увеличению потерь абразива, который будет отбираться воздушным потоком вентиляции. Для обеспечения необходимого разрежения в транспортной системе и ее устойчивой работы в камерах типа АКН-200 применяют промышленные пылесосы.

Модификации камер АКН-200 предполагают возможность увеличения рабочего пространства камеры, использования различных выкатывающихся тележек и поворотных столов, рольгангов. Для работы с более габаритными деталями предусмотрена возможность загрузки через люки с пневматически управляемым приводом.

Для электробезопасности в рабочей зоне использованы пневмоуправление и освещение, питаемое напряжением 24 В. Электропитание на 220 и 380 В подводят только к фильтруемому модулю и промышленному пылесосу.

Применение камер типа АКН весьма разнообразно, начиная с матирования и заканчивая снятием ржавчины или окалины после термообработки.

• #872

ООО «Термал-Спрей-Тек» (Москва)

КАЧЕСТВО. ЦЕНА. СЕРВИС.



WELDTECH
GROUP

*Мы не стремимся быть первыми –
Мы стремимся быть лучшими!*

03680, ул. Боженко, 15, оф. 203, 303, 507. ИЭС им. Е.О. Платона, корп. №7
тел. (044) 456-02-09, 458-34-85, 456-36-97, 200-82-09, 200-84-85, 200-86-97
e-mail: weldtec@iptelecom.net.ua, www.weldtec.com.ua



*порошковые проволоки
для сварки, наплавки
и напыления*



ОАО «Торезтвердослав»



*порошковые ленты,
электроды наплавочные,
сварочные, неплавящиеся*

*наплавочные
твердые
сплавы*



ООО НПП
РІМ
РЕММАШ

*разработка
и изготовление
оборудования
для механизированной
сварки и наплавки*



ООО «Сварос»



*восстановление
и упрочнение
деталей*



*разработка новых
сварочных, наплавочных
материалов*

WELDTECH
GROUP
www.weldtec.com.ua



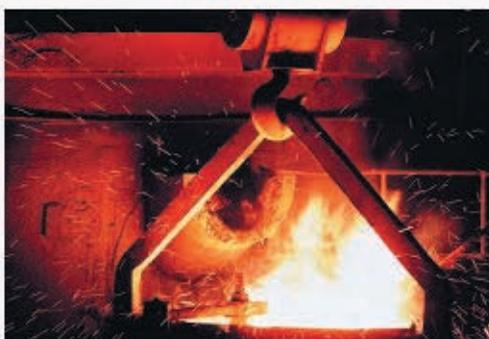
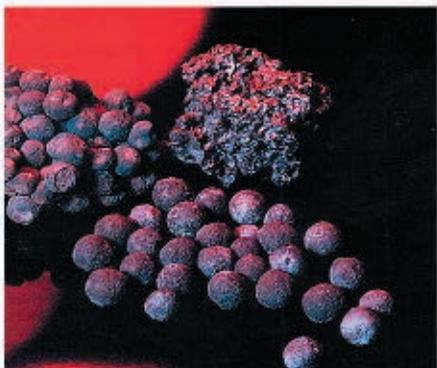
ОАО «Торезтвёрдосплав»

ООО «СП «ЛТМ Велдтек»: 03680, ул. Боженко, 15, оф. 203, 303, 507. ИЭС им. Е.О. Патона, корп. №7; тел. (044) 456-02-09, 458-34-85, 456-36-97, 200-82-09, 200-84-85, 200-86-97
e-mail: weldtec@iptelecom.net.ua, www.weldtec.com.ua

ОАО «Торезтвёрдосплав»: 86604, г. Торез, Донецкой области, ул. Трудовая, 83
тел. (06254) 3-20-87, 3-15-38, e-mail: tverdospлав@list.ru, www.tverdospлав.com.ua

Специализируется:

на выпуске наплавочных твердых сплавов для наплавки и напыления деталей машин, работающих в условиях абразивного износа и в агрессивных средах, что в 5–10 раз повышает их срок службы и экономит металл. Наплавочные материалы широко применяют в сельхозтехнике, буровой, угольной, авиационной, автомобильной, химической, деревообрабатывающей технике и др.



Выпускает:

порошки на основе железа, кобальта, никеля, меди и терморезирующие порошковые ленты и проволоки, мехсмеси, литой карбид вольфрама «Релит» (зерновой и трубчатый), прутки и стержневые электроды с легирующей обмазкой, сварочные электроды, раскислители сталей.

Имеет возможность:

поставить выпускаемые наплавочные материалы, освоить и внедрить новые виды наплавочных материалов по требованию заказчика, оказать содействие в приобретении необходимого оборудования для применения наплавочных материалов.

порошковые проволоки для сварки, наплавки и напыления

разработка и изготовление оборудования для механизированной сварки и наплавки

восстановление и упрочнение деталей

комплексные поставки материалов для сварки и наплавки

наплавочные твердые сплавы

порошковые ленты, электроды наплавочные, сварочные, неплавящиеся

разработка новых сварочных, наплавочных материалов

WELDTECH GROUP
www.weldtec.com.ua

Сварка толстостенных конструкций с программированием параметров режима

В. А. Шаферовский, А. Н. Серенко, кандидаты техн. наук, Приазовский государственный технический университет (Мариуполь)

Программирование процесса сварки позволяет управлять тепловыми потоками, движением жидкого металла в сварочной ванне, направлением и характером кристаллизации металла шва. Наиболее интересным представляется разработка такого способа программирования параметров режима сварки, который бы обеспечивал формирование сварного соединения толстостенного элемента за 1–2 прохода.

В 1970-е гг. были запатентованы способы дуговой сварки толстостенных изделий с регулированием параметра режима сварки по заданной программе. Особенность этих способов заключается в периодических изменениях скорости перемещения электрода вдоль стыка, а также синхронное с ним изменение сварочного тока (рис. 1).

Анализ литературных данных позволяет выявить закономерности и особенности

процесса сварки мощной дугой, ограничивающие возможность одноэлектродной сварки толстолистового металла и определить те требования, которые необходимо соблюдать при создании модернизированного способа сварки:

1. Поскольку конвективные потоки жидкого металла играют существенную роль при проплавлении и формировании сварного шва, разрабатываемый способ сварки должен обеспечивать возможность управления этими потоками.

2. Эффективность проплавляющей способности дуги при той же погонной энергии должна быть значительно выше по сравнению с традиционным способом сварки, что позволило бы исключить перегрев сварочной ванны, снизить укрупнение зерна, а также обеспечить большую производительность процесса сварки.

3. Характер заглужения дуги должен быть циклическим, с определенным темпом нарастания, позволяющим производить периодические заглужения дуги в основной металл и выход ее на поверхность с целью создания условий послойной кристаллизации жидкого металла и получения сварного шва правильной геометрической формы (без грибовидности).

4. С целью получения благоприятной структуры процесс должен обеспечить термическое циклирование, которое позволило бы производить автотермообработку сварного шва и зоны термического влияния.

В течение ряда лет авторами были разработаны, исследованы и доведены до промышленного использования различные схемы сварки с программированием параметров режима (ППР) применительно к сварным конструкциям с толщиной соединяемых элементов до 100 мм.

Сущность разработанных способов сварки с ППР заключается в циклическом изменении силы сварочного тока по определен-

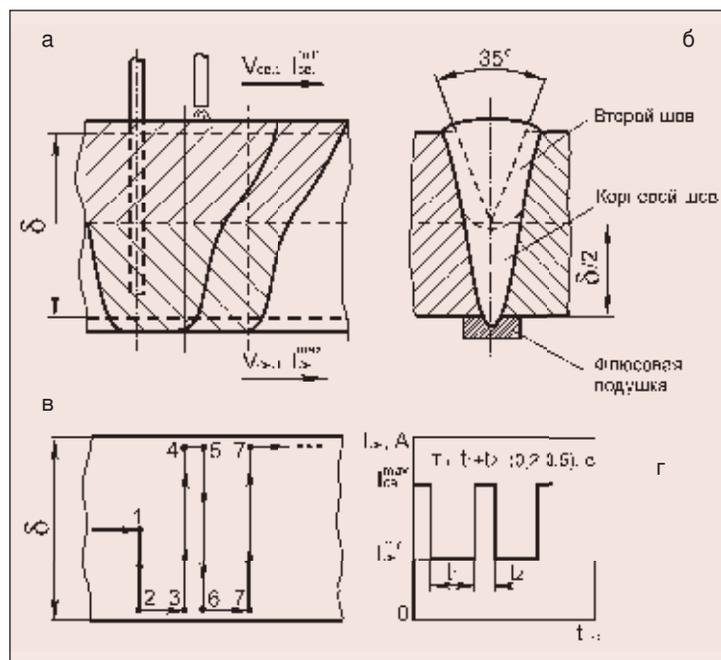


Рис. 1. Способ сварки толстостенных изделий с регулированием параметров режима: а, в — порядок заполнения разделки электродным металлом (1–7 — местоположения электрода в процессе сварки); б — внешний вид сварного соединения; г — характер изменения силы сварочного тока

ному закону при одновременном циклическом перемещении электрода вдоль свариваемых кромок по заданному закону, согласующимся с изменением силы тока.

Рассмотрим некоторые варианты процесса сварки с ППР.

Способ сварки по схеме I (рис. 2) включает:

- изменение силы тока сварки по определенному закону при неподвижном положении сварочной головки относительно изделия (период τ_2);
- циклическое перемещение сварочной головки: при минимальном значении силы тока (в период τ_1) — в направлении сварки со скоростью $V_{шт max}$ на шаг L , при максимальном токе (в период τ_3) — в обратную сторону на шаг $L/2$;
- нарастание силы сварочного тока производят после перемещения сварочной головки на шаг L в направлении сварки, а уменьшение до минимального значения — после перемещения на шаг $L/2$ в сторону, противоположную направлению сварки;
- при перемещении головки на шаг $L/2$ (в сторону, противоположную основному направлению сварки) скорость перемещения в 2–4 раза меньше, чем при движении вперед на шаг L .

Изменение силы сварочного тока обеспечивают изменением скорости подачи электродной проволоки.

На рис. 3 показана схема перемещения дуги в плоскости стыка при данном способе сварки и кинетика проплавления основного металла в различные моменты циклограммы процесса.

Способ характеризуют некоторые особенности формирования сварочной ванны и шва, заключающиеся в циклическом силовом и температурном воздействии дуги на жидкий металл ванны, сложным характером ее перемещения как вдоль вектора скорости сварки, так и вдоль оси электрода.

Анализ процесса сварки по данной схеме показывает, что глубокое проплавление основного металла формируется при неподвижном источнике теплоты и интенсивном росте силы тока дуги, а проплавление и формирование корневой части и поверхности шва — при подвижном источнике теплоты.

Рассмотрим условия формирования потоков металла в сварочной ванне в этом случае. При неподвижном источнике теплоты формируется симметричная ванна круглой формы (при отсутствии каких-либо

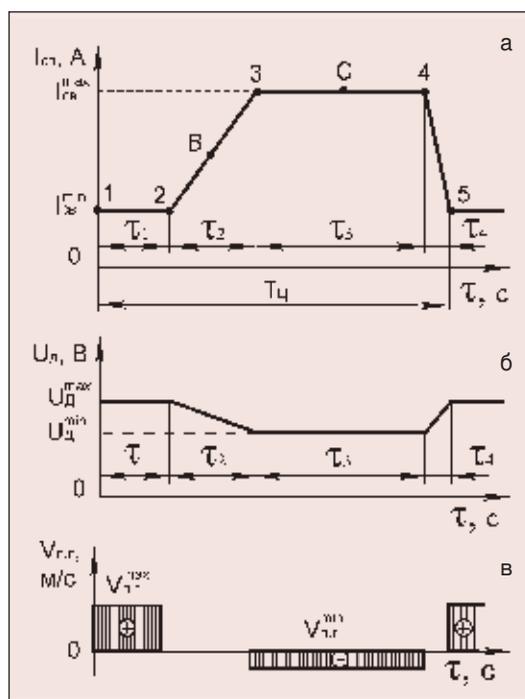


Рис. 2. Изменение параметров режима сварки с ППР за один цикл: а — сила сварочного тока; б — напряжения дуги; в — скорости перемещения головки (<+> — вперед; <-> — назад)

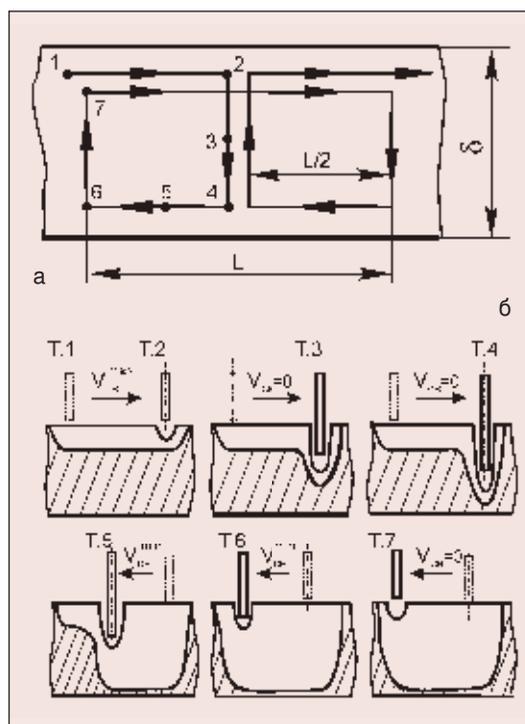


Рис. 3. Схема перемещения торца электрода (дуги) в вертикальной плоскости стыка (а) и проплавления основного металла (б) при сварке по схеме I

возмущающих сил). С ростом силы сварочного тока интенсифицируется осевой глубинный поток. Поскольку реакция боковых стенок ванны на жидкий металл во всех направлениях практически одинакова, этот поток, при достаточной кинетической энергии, проникает в глубь ванны, увеличивая ее глубину. Этому способствует также заглубление торца электрода и увеличение давления дуги на жидкий металл ванны с возрастанием плотности тока в электроде.

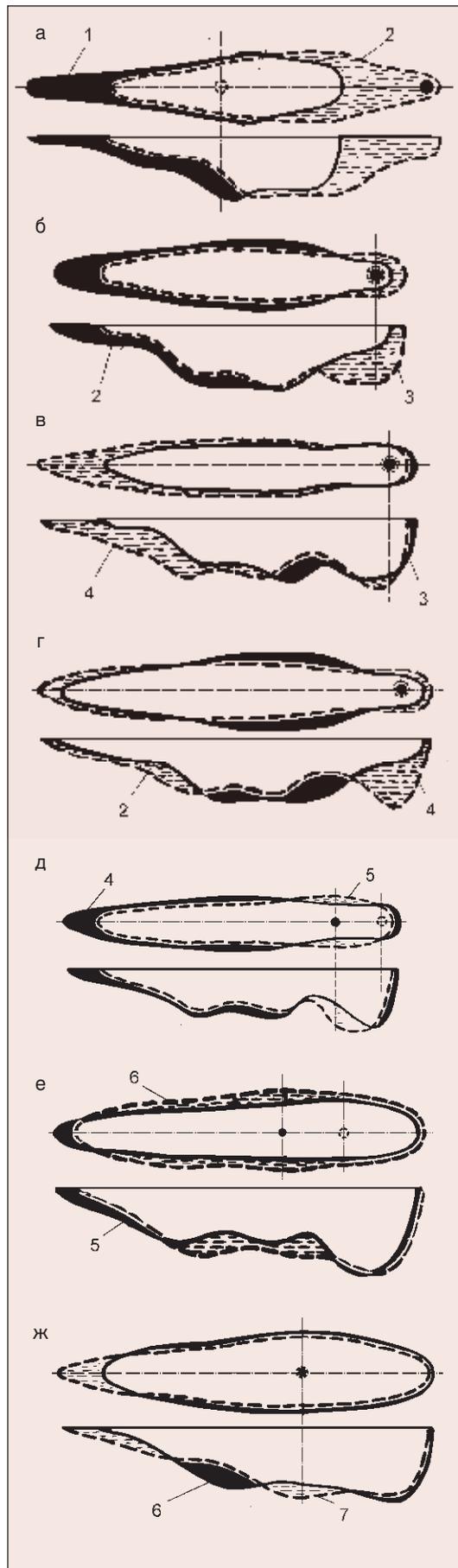


Рис. 4. Вид совмещенных контуров ванн в плане и продольном сечении в двух соседних точках цикла: а — в точках 1–2; б — в точках 2–3; в — в точках 3–4; г — в точках 2–4; д — в точках 4–5; е — в точках 5–6; ж — в точках 6–7

Иные условия образования потоков в движущейся ванне. Реакция ее стенок на потоки жидкого металла различна. Постоянно набегающая передняя стенка ванны (передний фронт ее плавления) отклоняет осевой поток металла в ее хвостовую часть, сопротивление потокам жидкого металла со стороны которой значительно меньше. При этом реакция передней стенки увеличивается с ростом скорости сварки, что приводит к уменьшению глубины проплавления.

Для анализа характера формоизменения сварочной ванны на рис. 4, а–е показаны совмещенные контуры сварочной ванны в плане и ее продольные сечения в двух соседних точках цикла. Области вновь расплавленного металла при переходе от одной точки цикла к другой условно заштрихованы, области затвердевшего при этом металла — зачернены. На сечениях условно зачерненным кругом показано положение электрода в момент выплеска сварочной ванны и пунктирным — в предшествующий момент времени (в предыдущей точке цикла).

В точке 1 *n*-го цикла сварки (см. рис. 4, а) ванну условно можно разделить на две части: переднюю с относительно плоским дном и значительной шириной, в которой сосредоточена основная часть расплавленного металла, и заднюю с резко уменьшающейся глубиной и шириной.

В промежуток времени между точками 1 и 2 цикла сварку осуществляют на минимальном значении силы тока с максимальной скоростью перемещения аппарата вдоль вектора скорости сварки. Большой объем расплавленного металла ванны (от предыдущего цикла) в первоначальный момент еще способствует интенсивному плавлению основного металла, но эта интенсивность быстро убывает. Резко уменьшаются глубина и ширина ванны. В хвостовой части идет интенсивное ее затвердевание (см. рис. 4, а).

Между точками 2 и 3 цикла процесс ведется при неподвижном источнике с интенсивным приращением силы тока дуги. В этот период времени происходит локальное увеличение глубины ванны в области электрода (рис. 4, б) за счет влияния дуги и интенсификации глубинных потоков. Хвостовая часть сварочной ванны и ее периферийные участки по ширине шва продолжают интенсивно кристаллизоваться.

При дальнейшем увеличении силы тока (точки 3–4) образуется местное заглубление сварочной ванны и формирование на расстоянии примерно 40 мм в сторону хвос-

товой части выступа на ее дне из затвердевшего металла (рис. 4, в). Этот выступ, вероятно, являясь экраном для донных (осевых) потоков, изменяет их направление таким образом, что образуется циркуляционный поток, интенсифицирующий глубину проплавления под электродом. Потоки жидкого металла в верхней части ванны перемещаются в ее хвостовую часть, обеспечивая дополнительное расплавление.

Интересный эффект наблюдается у передней кромки ванны в верхней ее части. Здесь происходит затвердевание металла ванны, несмотря на то, что источник теплоты находится в непосредственной близости от указанной зоны и мощность его весьма высока. Этот эффект связан с тем, что в точке 4 дуга максимально заглублена в основной металл (источник теплоты находится на максимальной глубине), характер циркуляционных потоков таков, что они отдают энергию у дна ванны, увеличивая ее глубину, и дальнейшее их расплавляющее действие незначительно по сравнению с теплоотводом в основной металл. Таким образом, области жидкого металла, находящиеся даже вблизи источника теплоты (дуги), но не подверженные воздействию конвективных потоков перегретого металла, могут затвердевать.

За выступом на дне ванны, как за экраном, начинает интенсивно кристаллизоваться металл, размеры выступа увеличиваются (особенно наглядно этот эффект проявляется при сравнении форм ванны в точках 2 и 4 на рис. 4, г), приближая условия формирования ванны к идеальным при формировании отдельной точки неподвижным источником теплоты.

Таким образом, в точке 4 цикла сварки сформирована ванна с максимальным проплавлением в головной ее части и весьма неравномерной глубиной проплавления по ее длине (см. рис. 4, в). Для обеспечения равномерной глубины проплавления на всем участке шва, выполненного в течение цикла сварки, в период времени между точками 4 и 6 электрод перемещают в сторону, противоположную направлению сварки, при этом скорость обратного перемещения в четыре раза меньше, чем скорость при перемещении по направлению сварки. В первоначальный момент обратного перемещения головки (точки 4–5) интенсивному расплавлению подвергается донный и боковые участки ванны возле выступа, сам выступ также начинает переплавляться. На периферийных участках ванны происходит

кристаллизация ванны как по глубине, так и по ширине (см. рис. 4, а). Однако после плавления выступа гидродинамическая обстановка в ванне изменяется (отрезок цикла между точками 5–6). Электрод расположен вблизи центра ванны (см. рис. 4, е). Реакция стенок ванны практически симметрична как в продольном, так и в поперечном направлениях. В результате этого происходит расплавление металла по ширине и глубине ванны практически на всей ее протяженности, ванна приобретает плавные очертания с равномерно изменяющимися глубиной и шириной проплавления. В точке 6 цикла прекращается перемещение сварочного аппарата в сторону хвостовой части ванны, и начинает интенсивно снижаться сила тока дуги до своего минимального значения в точке 7 (точка 7 соответствует точке 1 начала цикла). В этом интервале происходит затвердевание металла ванны по всему ее периметру, исключая небольшие области в хвостовой части и под дугой, где эффекты предыдущего интенсивного воздействия конвективных потоков жидкого металла еще сохранились, а запаса тепловой энергии достаточно для расплавления указанных участков основного металла (рис. 4, ж).

Таким образом, разбив цикл сварки на четыре этапа и осуществляя на каждом из этапов целенаправленное воздействие на металл ванны, достигнута возможность однопроходной сварки металла больших толщин за счет более полного использования энергетических ресурсов дуги.

Одной из основных особенностей предложенного способа сварки является то, что во время изменения плотности тока от максимума до минимума фронт кристаллизации движется снизу вверх и следует за дугой. Уменьшение объема металла за счет усадки компенсируется жидким металлом сварочной ванны. Послойная кристаллизация снизу вверх создает благоприятные условия для всплытия шлаковых включений и газовых пор. Управляемый процесс кристаллизации путем регулирования составляющей цикла сварки τ_4 позволяет исключить образование горячих трещин, которые свойственны соединениям, имеющим большую глубину сварочной ванны и малую ширину.

Способ сварки по схеме II (рис. 5) предусматривает циклическое перемещение сварочной головки только при минимальном значении силы тока по направлению сварки на шаг $L=(5...6)d_3$. Способ рациональнее применять при толщине металла до 30 мм, при

этом средняя скорость сварки составляет 2,7–3,3 мм/с (10–12 м/ч). При большей толщине металла не обеспечивается перекрытие между точками в корневой части шва.

Для обеспечения лучшего проплавления корневой части шва целесообразно применять колебательные движения вдоль шва при максимальной плотности тока — схема III (рис. 6). Шаг перемещения L должен быть равен амплитуде колебания электрода $L=(6...10)d_э$, при этом средняя скорость сварки также составляет 2,7–3,3 мм/с для металла толщиной до 35 мм.

Перемещение сварочной головки по направлению сварки возможно как при минимальной плотности тока, так и при максимальной (схема IV, рис. 7). Этот способ позволяет повысить производительность сварки в 1,5 раза по сравнению с представленными выше процессами. Однако условия формирования внешнего валика позволяют рекомендовать его, если усиление шва в конструкциях удаляется или необходимо применять прием принудительного форми-

рования поверхности шва. Шаг перемещения при минимальной плотности тока выбирают из условий сплавления корневой части шва между участками, выполненными при максимальной плотности тока: $L_2=(2...4)d_э$, а шаг перемещения при максимальной плотности тока L_1 — из условия обеспечения качественного шва (отсутствие трещин) равен $(5...8)d_э$.

Предложенная схема может быть эффективно использована при сварке металла толщиной 50 мм и более, ограниченной длины (100–300) мм, с применением дополнительных приемов регулирования режима в начале шва и его конце.

Сварку коротких швов по данному способу выполняют без выводных планок, а в начале и конце шва помещают вертикально медные блоки с канавками радиусного типа, которые формируют начало и конец шва. При этом для гарантированного проплавления свариваемых кромок в начале сварки электрод располагают на расстоянии $(2...3)d_э$ от боковой поверхности медного блока. Заварку концевой части шва производят при минимальной силе тока периодической подачей электродной проволоки, без отключения источника питания. Время заварки концевой части шва определяют по зависимости: $T_{к.ш}=kd$, где d — толщина свариваемого металла, мм; k — коэффициент пропорциональности, равный 0,4 с/мм. Время подачи сварочного электрода τ_4 устанавливают в зависимости от $T_{к.ш}$ равным $\tau_{п}=0,07T_{к.ш}$, а время паузы $\tau_{п}=0,11\cdot T_{к.ш}$.

С целью повышения проплавляющей способности дуги, производительности процесса и качества сварки авторами разработан более динамичный способ сварки с расширенным диапазоном изменения мощности дуги путем дополнительного регулирования силы сварочного тока и напряжения дуги в определенные периоды времени циклограммы процесса (схема V, рис. 8). Одновременно с изменением мощности дуги осуществляли периодическое перемещение сварочной головки вдоль стыка при минимальной силе сварочного тока на шаг L_1 , равный (20–40) диаметрам электрода, по направлению сварки и на ветви возрастания силы сварочного тока — на шаг L_2 , равный (10–20) диаметрам электрода, назад, в противоположном направлении.

Пределы регулирования напряжения дуги в течение цикла не превышают 10–30% от его начального значения $U_{до}$ (кривая 2, рис. 8, б).

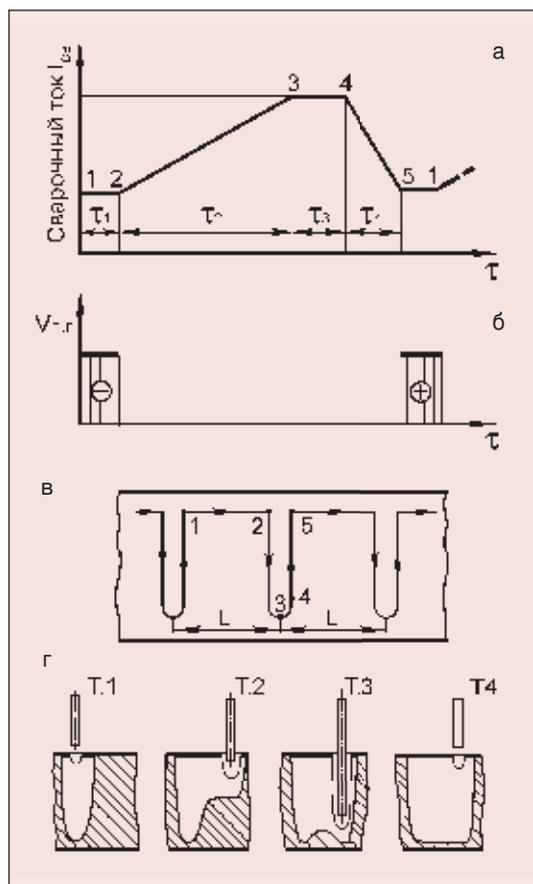


Рис. 5. Циклограмма процесса по схеме II: а — характер изменения силы сварочного тока; б — график перемещения сварочной головки; в — характер перемещения дуги; г — кинетика проплавления основного металла

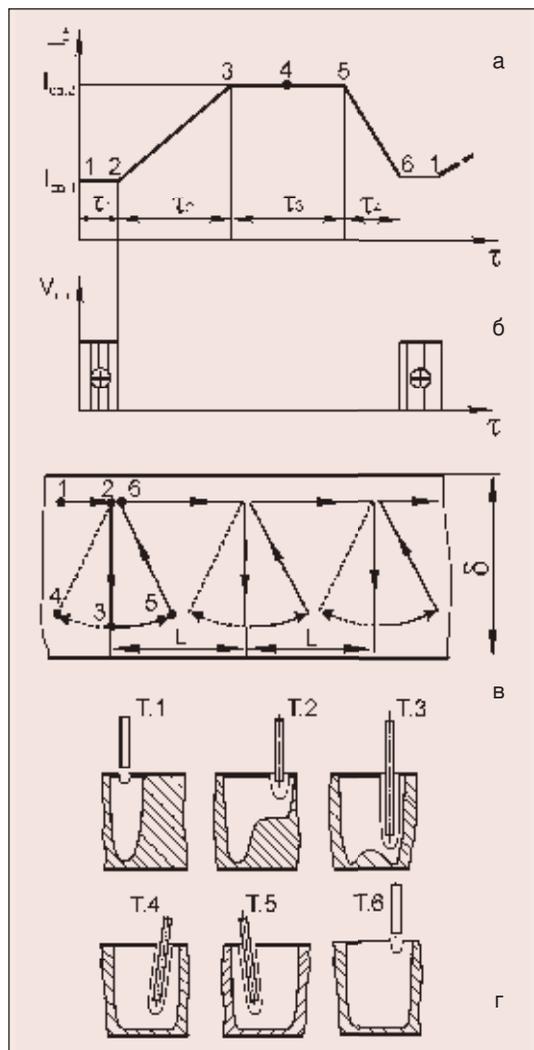


Рис. 6. Способ сварки по схеме III: а — характер изменения силы сварочного тока; б — график перемещения сварочной головки; в — характер перемещения дуги в свариваемой плоскости; г — кинетика плавления основного металла

В период времени τ_3 необходимый прирост силы сварочного тока ΔI получают путем синхронного увеличения напряжения дуги на величину $\Delta U_d = U_{d\max} - U_{d1}$ и скорости подачи электрода на величину $\Delta V_{пэ} = V_{пэ\max} - V_{пэ1}$ (см. рис. 8). Затем, после остановки сварочной головки в период времени τ_4 , производится одновременное снижение всех регулируемых параметров режима (силы сварочного тока, напряжения дуги и скорости подачи электрода) до их начального (минимального) значения.

Регулирование силы сварочного тока путем периодического изменения скорости подачи электрода в период времени τ_3 и синхронного с ним изменения напряжения дуги в периоды времени τ_2 , τ_3 и τ_4 обеспечивает большую проплавляющую способность дуги, высокую производительность

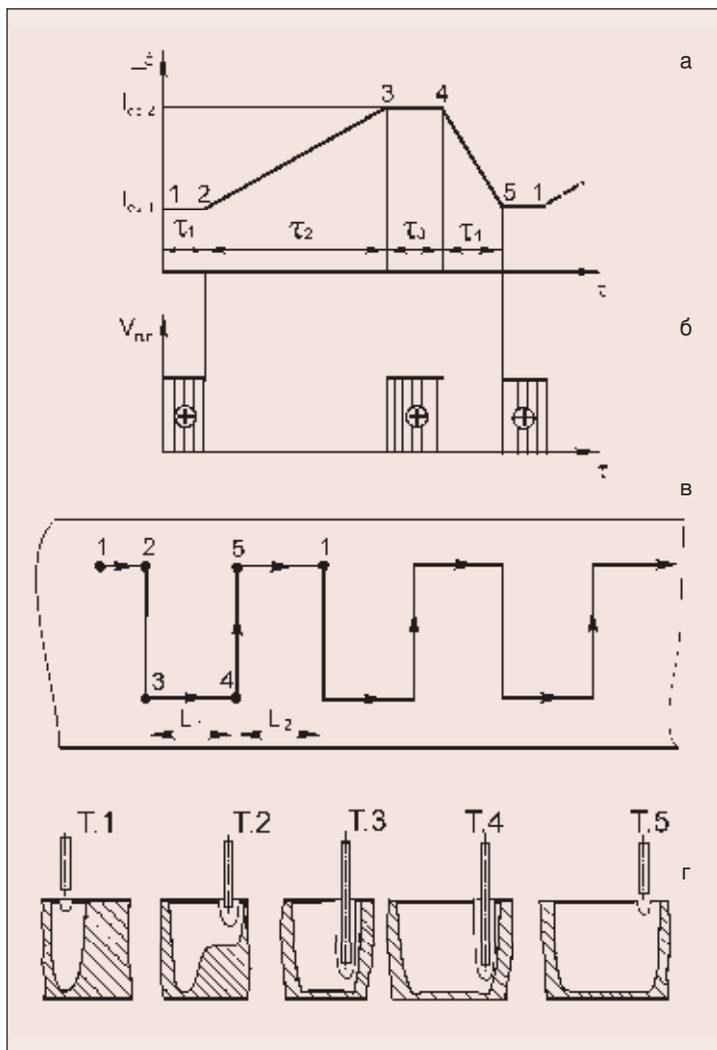


Рис. 7. Способ сварки с ППР по схеме IV: а — характер изменения силы сварочного тока; б — график перемещения сварочной головки; в — характер перемещения дуги в плоскости свариваемых кромок; г — кинетика проплавления основного металла

сварки и удовлетворительное формирование шва. Экспериментально установлено, что при сварке стали 12Х18Н10Т толщиной 40 мм на оптимальных пределах регулирования энергетических параметров сварочной дуги в сочетании с возвратно-поступательным движением электрода вдоль стыка, по сравнению со сваркой по схеме IV, глубина проплавления основного металла увеличивается на 15–20%; в 1,2–1,3 раза возрастает производительность процесса; улучшается формирование корневой части шва.

Пределы регулирования параметров режима сварки $I_{св}$, U_d , $V_{св}$, τ_1 , τ_2 , τ_3 , τ_4 , L_1 , L_2 зависят, как и при механизированной сварке под флюсом дугой постоянной мощности, от толщины свариваемого металла, формы разделки кромок, полярности и др., и определены для толщины металла от 30 до 80 мм.

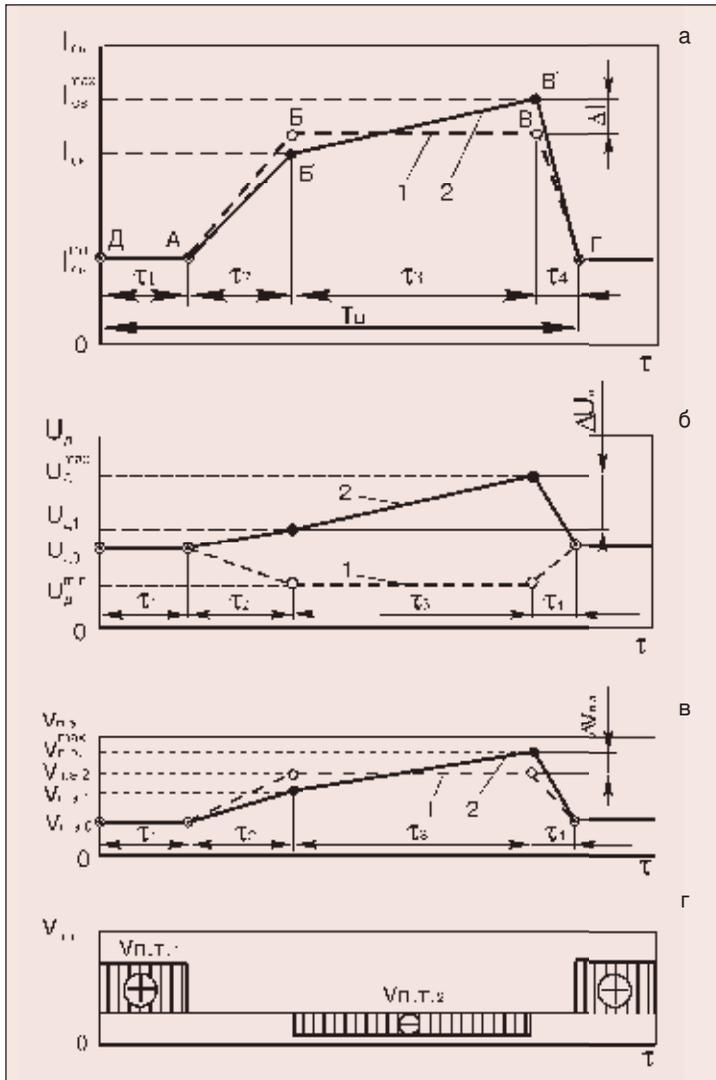


Рис. 8. Характер изменения параметров режима сварки по схемам IV (кривая 1) и V (кривая 2): а — сила сварочного тока; б — напряжение на дуге; в, г — скорости сварки и подачи электрода

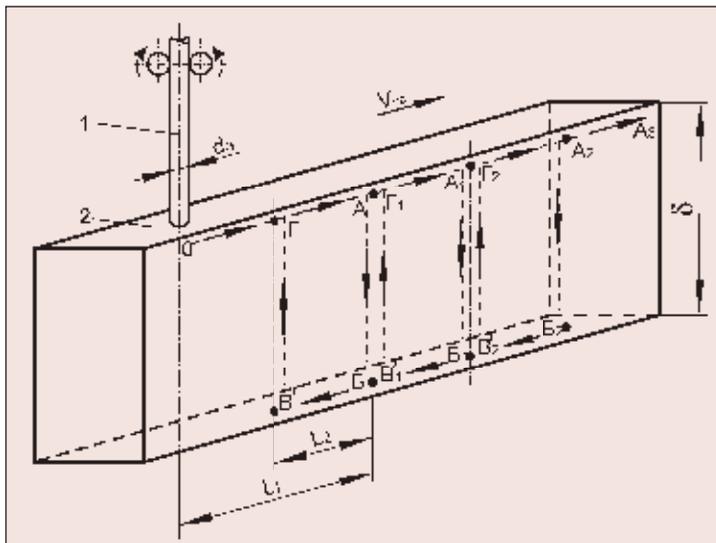


Рис. 9. Схема движения торца электрода в плоскости стыка соединяемых деталей при сварке с ППР по схеме V

Экспериментально установлено, что при сварке с программированием режима по схеме V сила сварочного тока (I_{min} , I_{max}) зависит от толщины свариваемого металла, а именно:

$$I_{min} = (1000 \dots 15000) \delta, \quad (1)$$

$$I_{max} = (35000 \dots 50000) \delta, \quad (2)$$

где δ — толщина свариваемого металла, м; (1000...15000) и (35000...50000) — коэффициенты, выбранные экспериментально для толщин металла 30–80 мм.

Напряжение дуги на различных участках циклограммы процесса назначали с учетом двух факторов:

- обеспечение удовлетворительного формирования лицевой поверхности шва при минимальной его ширине и усилении;
- достижение непрерывности горения дуги в пределах цикла сварки.

Шаг перемещения при минимальной силе сварочного тока L_1 устанавливают равным (20...40) диаметрам электрода с целью предварительного разогрева кромок свариваемого изделия и обеспечения такой длины сварочной ванны, при которой она оставалась бы по всей длине в расплавленном состоянии (рис. 9). Это облегчает проплавление нижних кромок изделия в период формирования корневой части шва (между точками $B'-B$; B'_1-B_1).

Шаг перемещения при максимальной силе тока устанавливают равным (10...20) диаметрам электрода с целью гарантированного проплавления корня шва (точки B, B_1 , B_2 на рис. 9) и удовлетворительного его формирования. При выборе скоростей перемещения $V_{пт1}$ и $V_{пт2}$ исходили из следующих условий:

- обеспечение максимальной средней скорости сварки при гарантированном сплавлении корневой части шва между участками, сформированными в период времени τ_2 и τ_3 ;
- обеспечение непрерывности сварки (стабильности горения дуги).

Циклическое возвратно-поступательное перемещение сварочного электрода в периоды времени τ_1 и τ_3 и его остановка в периоды времени τ_2 и τ_4 обеспечивают повторный переплав некоторой части металла шва (дополнительную металлургическую обработку), что благоприятно сказывается на эффективности удаления из него газовых и шлаковых включений и качестве его формирования.

Критериями для выбора временных составляющих цикла τ_1 , τ_2 , τ_3 и τ_4 служили:

- получение максимальной глубины проплавления основного металла;
- обеспечение направленного характера процесса кристаллизации металла шва, исключающего возможность образования в шве кристаллизационных трещин;
- обеспечение требуемых геометрических размеров сварного шва.

Кроме того, временные составляющие цикла зависят от толщины свариваемого металла, силы сварочного тока, формы разделки кромок и связаны между собой.

Временную составляющую τ_2 выбирали в соответствии с величиной приращения силы сварочного тока в этот период времени.

Экспериментально определено, что при сварке металла толщиной от 30 до 80 мм с программированием режима прирост силы сварочного тока в период времени τ_2 должен составлять 80–200 А/с. Такой прирост силы сварочного тока предотвращает получение сквозного прожога при остановках сварочного аппарата ($V_{св}=0$).

Экспериментально установлена связь между значением временной составляющей τ_2 с толщиной свариваемого металла. Так, для толщин металла от 30 до 80 мм длительность составляющей цикла:

$$\tau_2 = (80 \dots 120)\delta, \quad (3)$$

где δ – толщина свариваемого металла, м.

Временная составляющая τ_3 определена из условий обеспечения требуемой глубины проплавления (особенно в конце шага L_2), непрерывности процесса сварки, удовлетворительного формирования корневой части шва. Ее величина зависит от длительности времени составляющей τ_1 и других параметров режима:

$$\tau_3 = 2\tau_1. \quad (4)$$

На основании обработки экспериментальных данных при сварке металла толщиной от 30 до 80 мм с программированием режима рекомендуют принимать следующие зависимости:

$$L_2 = (20 \dots 40)10^{-3}d_{эл}; \quad (5)$$

$$L_2 = 0,5L_1; \quad (6)$$

$$V_{пт1} = (2,2 \dots 2,8)10^{-2}; \quad (7)$$

$$V_{пт2} = V_{пт1}/(3 \dots 4); \quad (8)$$

$$V_{св.ср} = (L_1 - L_2)T_{ц}; \quad (9)$$

$$\tau_2 = (V_{пэ max} - V_{пэ min}) \cdot 10^{-2} / (60 \dots 80); \quad (10)$$

$$\tau_1 = L_1 / V_{пт1}; \quad (11)$$

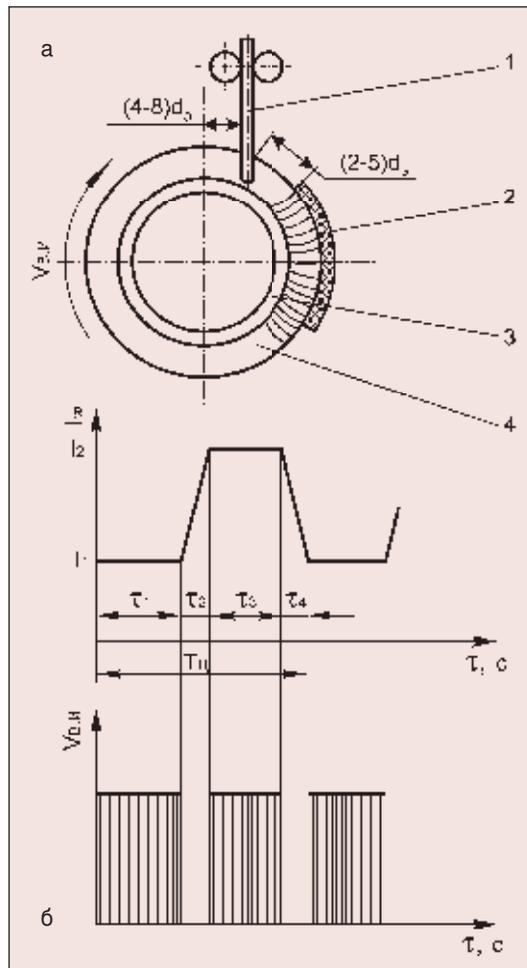


Рис. 10. Схема сварки с ППР трубных узлов (схема VI): а — технологическая схема процесса сварки; б — циклограмма тока и скорости вращения изделия. 1 — электрод; 2 — кристаллизатор; 3 — подкладное кольцо; 4 — изделие

$$\tau_3 = L_2 / V_{пт2}; \quad (12)$$

$$\tau_4 = (0,2 \dots 0,4)\tau_2. \quad (13)$$

В формуле (10) $V_{п.э}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/с.

Для сварки толстостенных трубных изделий был разработан способ сварки в защитных газах (схема VI, рис. 10) с принудительным формированием шва.

Способ включает периодическое изменение в процессе сварки плотности тока и периодическое вращение свариваемого изделия при минимальной плотности тока на шаг $L=(3 \dots 4)d_3$ и максимальной плотности тока на шаг $L=(4 \dots 5)d_3$, при этом плотность тока изменяют от минимума до максимума за время $\tau_2=(2 \dots 8)$ с и обратно до минимума за время $\tau_4=(1 \dots 5)$ с при скорости сварки (вращения изделия) $V_{в.и}=0$. Сварку выполняют по зазору, который устанавливают по зависимости $a=d_3+(1 \dots 2)$ мм. Для предотвращения стекания металла электрод смещают от зенита в сторону вращения изделия на величину, равную $(4 \dots 8)d_3$ по периметру, а кристаллизатор устанавливают со смещением его торцевой части от электрода

в сторону вращения изделия на величину, равную $(2...5)d_p$ (рис. 10, а).

Приведенные схемы сварки с ППР не исчерпывают все варианты и возможности нового способа. Рассмотрим лишь еще один вариант программирования для двухдуговой сварки толстолистовых конструкций.

Циклическое перемещение дуги в плоскости свариваемых кромок и синхронное с ним изменение мощности дуги вызывают крупночешуйчатое формирование поверхности шва, что в некоторых случаях является ограничительным признаком. Повышение качества формирования шва требует сужения области применяемых режимов сварки для конкретной толщины свариваемых деталей, что вызывает необходимость строгого соблюдения параметров программирования.

Разработанные устройства являются универсальными и обеспечивают ведение процесса по различным схемам с минимальными затратами времени на перенастройку. Они выполнены на современной элементной базе, надежны и просты в управлении и настройке.

Дальнейшее развитие сварки с программированием параметров связано с созданием таких программаторов, которые позво-

лили бы производить быстрое переналадывание системы и, кроме того, обеспечивали постоянный контроль за параметрами и, в случае необходимости, их корректировку. Это можно реализовать при использовании микро-ЭВМ, включаемой в цепь управления, и обработки данных.

Разработана структурная схема системы для программируемого процесса сварки с использованием микро-ЭВМ. Она имеет сварочную установку (сварочную головку, источник питания, вращатель или кантователь), датчик параметров режима сварки с усилителями ($\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$, силы сварочного тока, напряжения дуги, скорости перемещения головки, глубины проплавления), аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с коммутатором, микро-ЭВМ, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), устройство управления сварочной установкой.

Для реализации работы этой системы разрабатывается алгоритм сбора и обработки текущей информации и управления сваркой. Регистрация параметров процесса дает возможность создавать модели, связывающие их с показателями качества сварных соединений.

● #873

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Г. М. Шеленкову — 70 лет

23 мая 2008 г. старшему научному сотруднику ОАО «Сумское МНПО им. М.В. Фрунзе» кандидату технических наук, лауреату Государственной премии Георгию Михайловичу Шеленкову исполнилось 70 лет.

По окончании Киевского политехнического института свою трудовую деятельность Г. М. Шеленков начал в Сумском машиностроительном научно-производственном объединении им. М. В. Фрунзе. За время работы на заводе он прошел путь от рядового инженера-технолога до начальника Научно-производственного центра сварки (НПЦС). За этот

период Георгием Михайловичем Шеленковым был решен целый ряд научно-производственных задач в области сварки и родственных технологий. При его непосредственном участии и руководстве в ОАО «Сумское МНПО им. М. В. Фрунзе» были разработаны и внедрены в производство новые технологические процессы, такие как ЭШС изделий больших толщин, аргонодуговая сварка титана и его сплавов, сварка цветных металлов и высокопрочных сталей, ЭЛС, плазменная сварка и напыление, сварка химически активных металлов и сплавов с электромагнитным перемешиванием; на современном уровне было освоено производство сварочных материалов.

Многолетняя научная работа в направлении совершенствования и улучшения сварочного производства позволила Г. М. Шеленкову защитить диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Георгий Михайлович Шеленков является автором более 60 опубликованных работ: статей, книг, изобретений. Признанием заслуг юбиляра явилось награждение его орденом «Знак Почета» и другими знаками отличия.

**От всей души поздравляем Георгия Михайловича Шеленкова с юбилеем!
Желаем ему крепкого здоровья, успехов и новых достижений!**

Совет Общества сварщиков Украины, коллективы Центральной сварочной лаборатории и Управления главного сварщика ОАО «Сумское МНПО им. М. В. Фрунзе», редколлегия и редакция журнала «Сварщик»

Ацетилен для газовой резки и сварки

Linde Gas

Linde

- Идеальная чистота поверхности
- Высокая производительность
- Большие технологические возможности
- Экономия кислорода

Поставка осуществляется в облегченных баллонах и бандлах, что является неоспоримым преимуществом по сравнению с использованием ацетиленового генератора.

Завтрашний успех начинается сегодня с Линде Газ Украина.



Разрядная рама с подключенными 16-местными ацетиленовыми бандлами

ОАО «Линде Газ Украина»
www.linde-gas.com.ua

Днепропетровск, ул. Кислородная, 1; тел. (0562) 35 12 25, ф. (056) 79 00 333
Киевский филиал: ул. Лебединская, 36; тел. (044) 507 23 69
Алчевский филиал: пр. Metallургов, 25а; тел. (06442) 3 70 19



Специалисты завода «Донмет» быстро и качественно произведут разделку нержавеющей сталей до 180 мм, чугуна (станин, шаботов) до 1000 мм на мерные части в производственных условиях заказчика.

(06264) 5-77-13; 4-26-85
svarka@donmet.com.ua
www.donmet.com.ua

 **ДОНМЕТ**
завод автогенного оборудования



ОАО «ЗОНТ» (торговая марка «Автогенмаш»)

ПРОИЗВОДСТВО:

- ♦ машин для термической резки «Комета М»;
- ♦ переносных газорезущих машин «Радуга»;
- ♦ машин для микроплазменной резки «Метеор»;
- ♦ машин фигурной газокислородной резки «АСШ-70М»;
- ♦ машин плазменной и газокислородной резки с ЧПУ для фигурной резки труб;
- ♦ машин для гидроабразивной резки «Марина»;
- ♦ насосов, теплообменников и запасных частей для криогенной техники.

ПОСТАВКА источников плазменной резки.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ машин для термической резки металла.

65104, Украина,
г. Одесса,
пр-т Маршала
Жукова, 103

т. +38 (048) 717-00-50, 715-69-40
ф. +38 (048) 715-69-50
e-mail: oaozont@zont.com.ua
www.zont.com.ua



СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД ПРОИЗВОДСТВО Электросварочного оборудования

- ★ **ТРАДИЦИОННОЕ
ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:**
ТРАНСФОРМАТОРЫ СВАРОЧНЫЕ
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СВАРОЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ
- ★ **ИНВЕРТОРНОЕ
ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:**
ПОЛУАВТОМАТЫ СВАРОЧНЫЕ
УСТАНОВКИ ДЛЯ АРГОННОДУГОВОЙ СВАРКИ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ВОЗДУШНО-ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ
ВЫПРЯМИТЕЛИ СВАРОЧНЫЕ
БЛОК ФИЛЬТРЫ
- ★ **ЧОППЕРНОЕ
ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

95040, Украина, АР Крым,
г. Симферополь, ул. Генерала Васильева 27-а
тел. +38(0652) 66-81-23, 66-81-24, 48-19-12
факс: +38(0652) 58-31-27, 58-31-26, 58-31-25
E-mail: sales@simz.com.ua; www.simz.com.ua

НАВКО- ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОУГОННЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТотехнологические
КОМПЛЕКСЫ для СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



Украина, 03056, Киев, ул. Полевая, 24
Тел.: +38 044 456-40-20
Факс: +38 044 456-83-53

http://www.navko-tek.kiev.ua

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

Способы повышения стойкости металла швов к образованию пор при дуговой сварке в защитных газах

С. Т. Римский, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Одним из наиболее распространенных дефектов, возникающих при сварке углеродистых и низколегированных сталей в среде защитных газов, является пористость металла шва. Основными причинами образования пор в сварных швах считают следующие: плохая защита зоны сварки от воздуха; попадание в зону сварки ржавчины, влаги, органических и других водородсодержащих соединений; недостаточное раскисление металла сварочной ванны; неправильно выбранные режим сварки или сварочные материалы.

В настоящее время широкое распространение в качестве защитных сред при сварке сталей плавящимся электродом получают смеси аргона с окислительными газами (O_2 , CO_2). При использовании этих смесей взамен чистого CO_2 удается снизить уровень разбрызгивания электродного металла, обеспечить отличное формирование швов и высокие показатели их механических свойств, особенно ударной вязкости при отрицательных температурах.

Однако в определенных условиях при сварке в смесях на основе аргона жидкий металл сварочной ванны поглощает значительное количество азота и водорода, которые для углеродистых и низколегированных сталей являются вредными примесями. Повышенное содержание этих газов вызывает появление пор, связанное со скачкообразным изменением растворимости газов в момент кристаллизации металла. Кроме того, присутствие азота и водорода может быть причиной снижения пластичности шва, приводить к образованию трещин и других дефектов.

Поры, обусловленные выделением оксида углерода, образуются вследствие недостаточной раскисленности металлической ванны. При сварке в защитных газах хорошо раскисленной проволокой ответственными за образование пор являются азот и водород. Источниками водорода в зоне горения дуги могут быть ржавчина, влага и загрязнения органического происхождения на поверх-

ности сварочной проволоки и свариваемого изделия, а также водяные пары в защитном газе. Образование пор, вызванное наличием водорода, можно предупредить с помощью тщательной очистки проволоки и изделия от ржавчины и загрязнений, а также предварительной осушки защитного газа. Кроме этого, можно увеличить окислительный потенциал газовой среды, что снижает растворимость водорода в жидком металле.

Поры от азота в швах могут образоваться вследствие поступления воздуха в зону сварки при нарушениях газовой защиты или другим путем, например, через зазоры при неудовлетворительной сборке свариваемых деталей. Кроме того, азот в атмосферу дуги может поступать с защитным газом в виде загрязняющей примеси. В связи с этим важно выбрать такие условия сварки, чтобы при максимально допустимом содержании азота в защитном газе не создавались условия для образования пор.

Характерным для сварки плавящимся электродом в аргоне и смесях на его основе с малыми добавками O_2 или CO_2 (1–3%) является наличие пор в местном углублении («пальцеобразном проваре»), которое возникает при большой силе тока. Например, при сварке низкоуглеродистой кипящей стали проволокой марки Св–08Г2С поры возникают при содержании азота в аргоне примерно 0,7% об. Добавка к аргону кислорода более 3% или CO_2 более 5% позволяет уменьшить склонность к образованию пор.

При сварке в углекислом газе стойкость швов к образованию пор от азота почти в 10 раз выше, чем при сварке в аргоне. Причинами этого являются высокая окисленность сварочной ванны, значительное уменьшение длины дуги при сварке в CO_2 и погружение дуги в сварочную ванну, а также термическое расширение CO_2 и диссоциация CO_2 при температуре дуги, что в определенных условиях позволяет оттеснить воздух от зоны сварки и тем самым улучшить качество защиты.

Анализ литературных данных об особенностях взаимодействия азота и водорода с расплавленным металлом позволяет сформулировать следующие основные закономерности:

- поры в сварном шве не возникают до тех пор, пока содержание азота в нем не превысит 0,03%;
- концентрация азота и водорода в металле шва при сварке на обратной полярности ниже, чем при сварке на прямой полярности на том же режиме;
- при сварке в смесях аргона, содержащих небольшое количество O_2 или CO_2 (1–3%), интенсивность поглощения азота жидким металлом возрастает по сравнению с интенсивностью при сварке в чистом аргоне;
- присутствие в защитном газе кислорода интенсивно снижает количество водорода, поглощенного расплавленным металлом;
- при повышении силы сварочного тока (при постоянном напряжении дуги) содержание азота и водорода уменьшается.

Необходимо отметить, что имеющиеся в литературе сведения о стойкости швов к образованию пор, выполненных в окислительных аргоновых смесях, не дают четкой картины зависимости этого показателя от состава смеси и состава сварочной проволоки. В ряде работ использованы только качественные критерии оценки стойкости сварных швов к образованию пор. Отсутствуют све-

дения о стойкости швов к образованию пор, выполненных в смесях газов на форсированных режимах, повышающих производительность сварочных работ. Нет надежных рекомендаций о приемах и устройствах, обеспечивающих эффективную газовую защиту сварочной ванны при сварке на форсированных режимах. Например, известные решения, связанные с применением металлических сеток и пористых вставок в газовых соплах сварочных горелок, в основном относятся к сварке неплавящимся электродом в аргоне. При сварке плавящимся электродом из-за прилипания к вставкам брызг электродного металла они оказались малоэффективными и применения не нашли.

Выполненные в ИЭС им. Е. О. Патона исследования в области металлургии и технологии сварки в защитных газах показали, что смесь 70% Ar + 5% O_2 + 25% CO_2 обладает оптимальными сварочно-технологическими характеристиками и обеспечивает высокое качество сварных соединений. Ниже приведены данные о влиянии некоторых металлургических и технологических факторов на поглощение металлом шва азота при сварке в окислительных аргоновых смесях проволокой Св–08Г2С.

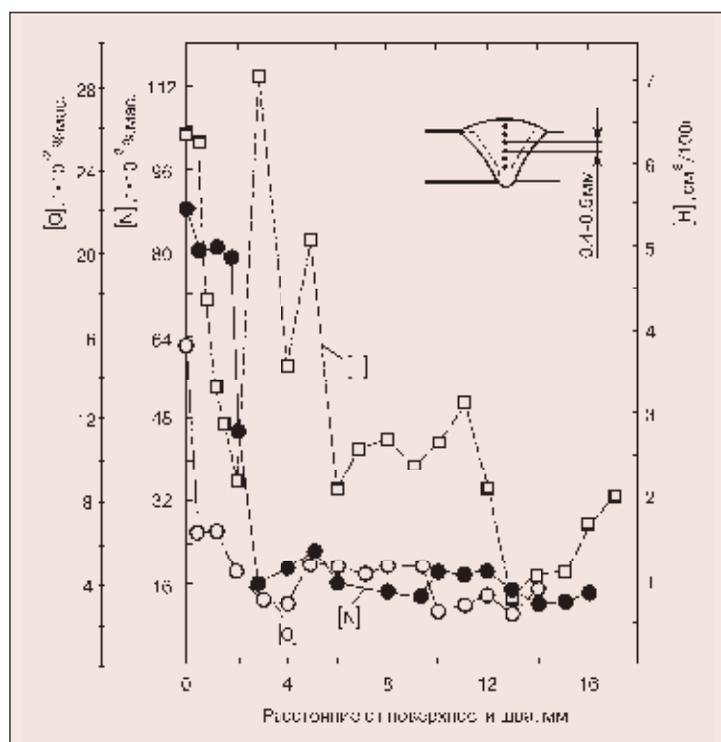
Сварку в защитных газах выполняли проволокой Св–08Г2С (ГОСТ 2246–70) диаметром 1,2 мм. Состав проволоки, % масс.: 0,11 С; 0,74 Si; 1,89 Mn; 0,024 S; 0,021 P; 0,009 [N]. В качестве основного металла использовали сталь ВСтЗсп. Ее состав, % масс.: 0,15 С; 0,26 Si; 0,60 Mn; 0,035 S; 0,019 P; 0,007 [N].

Защитные газовые смеси получали из чистых газов при помощи смесителей УГС–1 (ТУ 3645–028–00220531–95) и АКУП–1 производства Барнаульского завода «Автогенмаш» (РФ). Состав смеси контролировали по стандартной методике газоанализатором ВТИ–2 (ГОСТ 5439–76).

Сварку швов, предназначенных для исследования, выполняли в канавки глубиной 6–7 мм, простроганные на поверхности стальных пластин. Канавки имели V-образный профиль с углом раскрытия 60°. Для опытов был использован сварочный аппарат ТС–17м, переоборудованный для сварки в защитных газах.

Сварку большинства опытных образцов выполняли на режиме: $I_{св} = 280...300$ А; $U_{д} = 28...30$ В; $V_{св} = 20$ м/ч; расход защитного газа 18–20 л/мин; вылет электродной проволоки 20 мм. В некоторых опытах режим сварки изменяли и оценивали влияние его параметров на поглощение азота.

Рис. 1. Распределение газов по глубине шва, сваренного в смеси Ar + 5% O_2 + 25% CO_2



Среднее содержание азота в металле сварных швов определяли методом химического анализа. Методом хроматографического анализа газов определяли содержание остаточного водорода $[H]_{ост}$, азота и кислорода.

Для изучения распределения газов в поперечном сечении шва был использован метод локального масс-спектрального анализа с термоэлектронной экстракцией примесей из заданных участков шва.

Наличие пор в швах, если они выходили наружу, выявляли при внешнем осмотре. Внутренние поры обнаруживали с помощью просвечивания рентгеном образцов, а также по макрошлифам.

Изучали влияние состава защитной атмосферы на образование пор в сварных швах, вызываемых присутствием азота и водорода в защитном газе. Были также проведены наплавки на пластину с простроганными канавками, в которые укладывали порошковую проволоку с дозированным количеством ржавчины. Критерием стойкости швов к образованию пор служило максимальное количество азота и водорода в защитном газе, а также масса ржавчины в проволоке, при которых поры еще не появлялись.

Установлено, что распределение азота, кислорода и водорода по сечению шва неравномерно. В слое металла, прилегающем к поверхности шва, содержание азота и водорода в несколько раз выше, чем в остальной части шва (рис. 1).

Содержание азота, попадающего в металл шва из основного металла и сварочных материалов при сварке, зависит от состава защитной газовой смеси $Ar+O_2+CO_2$. По мере увеличения содержания CO_2 в смеси средняя концентрация азота в шве снижается, достигая минимума при $CO_2 = 20...25\%$. При дальнейшем увеличении содержания CO_2 концентрация азота в шве остается практически постоянной (рис. 2).

На рис. 3 показана зависимость концентрации азота в швах от состава окислительных защитных смесей, содержащих дозированные добавки азота. При сварке в смеси с малым содержанием окислительных газов (O_2 и CO_2) критическая концентрация азота в шве (примерно 0,03%) достигается при меньшем содержании азота в защитном газе, чем при сварке в чистом CO_2 или в смеси $70\%Ar+5\%O_2+25\%CO_2$. При этом интенсивность поглощения азота жидким металлом при сварке в смеси $70\% Ar + 5\% O_2 + 25\% CO_2$ очень близка к интенсивности поглощения при сварке в чистом CO_2 .

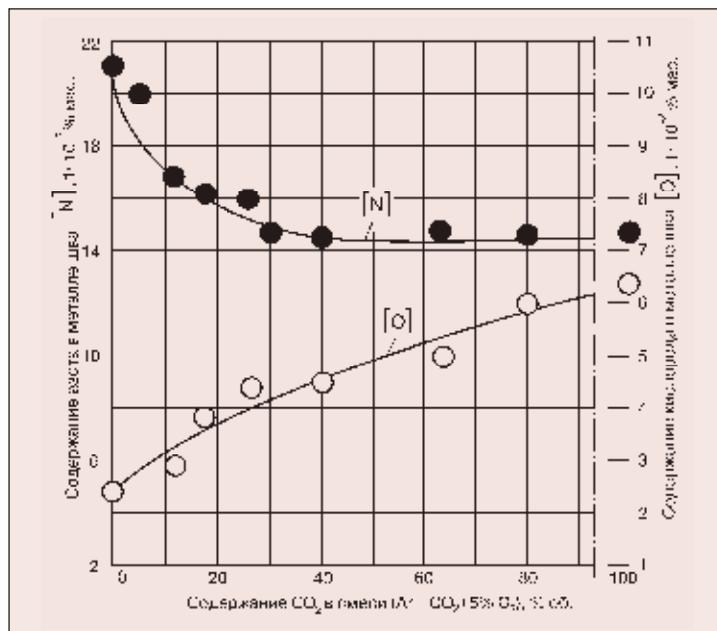
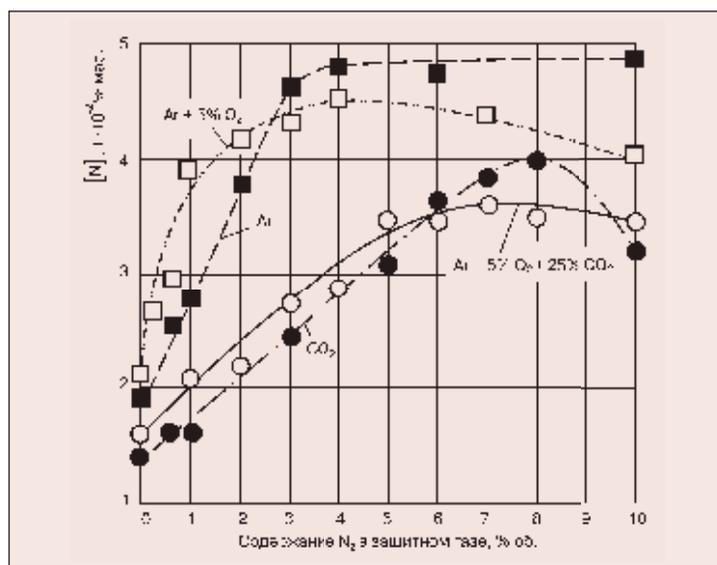


Рис. 2. Изменение среднего содержания азота и кислорода в металле швов в зависимости от содержания CO_2 в смеси $Ar+O_2+CO_2$



С увеличением содержания CO_2 в защитных смесях на основе аргона общая пористость швов и порог пористости, вызываемые азотом, водородом и ржавчиной, уменьшаются (таблица).

Неравномерное распределение газовых примесей в сварных швах связано с большой скоростью затвердевания металла в неравновесных условиях, а также с резким изменением растворимости газов в момент кристаллизации расплава. В этих условиях фронт растущих кристаллов будет оттеснять жидкий расплав, обогащенный азотом, водородом и другими элементами, склонными к ликвации. В итоге в поверхностном слое металла шва, затвердевшем в послед-

Рис. 3. Изменение концентрации азота в металле швов в зависимости от содержания азота в защитном газе

Таблица. Порог пористости швов, вызываемой азотом, водородом и ржавчиной, в зависимости от состава защитной атмосферы

| Защитный газ | Содержание в шве, % масс. | | | | Порог пористости | | |
|--|---------------------------|------|------|-------|------------------------|------------------------|--------------------|
| | C | Si | Mn | [O] | N ₂ , % об. | H ₂ , % об. | Ржавчина, г/100 мм |
| Ar + 5% O ₂ | 0,09 | 0,57 | 1,35 | 0,022 | 1,5 | 2,0 | 0,10 |
| Ar + 18% CO ₂ | 0,10 | 0,51 | 1,28 | 0,028 | 2,0 | 3,0 | 0,20 |
| Ar + 2% O ₂ + 18% CO ₂ | 0,10 | 0,48 | 1,16 | 0,031 | 3,0 | 4,0 | 0,25 |
| Ar + 5% O ₂ + 25% CO ₂ | 0,10 | 0,43 | 0,98 | 0,045 | 4,0 | 7,0 | 0,40 |
| CO ₂ | 0,12 | 0,38 | 0,87 | 0,062 | 5,0 | 8,0 | 0,40 |

ную очередь, содержание этих элементов должно быть выше, чем в металле, расположенном в глубине, что подтверждено данными, приведенными на рис. 1.

На основании результатов выполненных опытов и данных, опубликованных в литературе, можно сделать вывод о том, что при сварке плавящимся электродом в окислительных аргоновых смесях с малыми добавками O₂ или CO₂ (менее 5%) поглощение азота происходит более интенсивно, чем при сварке в газах с повышенным окислительным потенциалом. Таким образом, в случае опасности нарушения газовой защиты необходимо рекомендовать сварку в смесях с повышенным содержанием O₂ и CO₂ (например, 70% Ar+5% O₂+25% CO₂), что повышает стойкость сварных швов к образованию пор.

Стойкость швов к образованию пор можно повысить также, регулируя технологические параметры процесса сварки (например, I_{св}; U_д; V_{св}; расход защитного газа и т. п.). На рис. 4 показаны результаты исследования влияния параметров режима сварки в смеси Ar+O₂+CO₂ с примесью 4% N₂ на концентрацию азота в металле шва. Эти данные в целом подтверждают выводы других исследователей о влиянии напряжения дуги и силы тока на поглощение азота жидким металлом из окислительной атмосферы. Даже при надежной защите зоны сварки поры чаще всего появляются при сварке в аргоновых смесях на режимах, обеспечивающих струйный перенос электродного металла при достаточно длинной дуге. Поэтому при струйном переносе необходимо выполнять сварку короткой дугой, длина которой над поверхностью ванны не должна превышать 3–4 мм. Удлинение дуги (повышение напряжения) приводит к ухудшению газовой защиты капле. При снижении напряжения и увеличении силы сварочного тока дуга углубляется в основной металл. В результате этого в газовой фазе, соприкасающейся с каплей, значительную долю будут составлять пары металла, оттесняющие от поверхности капле и ванны другие газы, в том числе и азот. Кроме того, при увеличении глубины проплавления увеличивается доля участия основного металла в шве. Это является дополнительным фактором, снижающим содержание азота в расплавленном металле.

Таким образом, снижая напряжение дуги и увеличивая силу сварочного тока, можно выбрать режим, который обеспечивает хорошее формирование шва и высокую его стойкость к образованию пор от азота.

Важными факторами, влияющими на надежность защиты расплавленного металла от азота, являются устойчивость струи защитного газа и отсутствие подсоса воздуха в зону горения дуги. Это достигается при ламинарном истечении защитного газа из сопла сварочной горелки. Устойчивое ла-

Рис. 4. Влияние силы сварочного тока и напряжения дуги на среднее содержание азота в металле швов при сварке в смеси Ar+5% O₂ + 25% CO₂ + 4% N₂ (○ — нет пор; ● — поры)

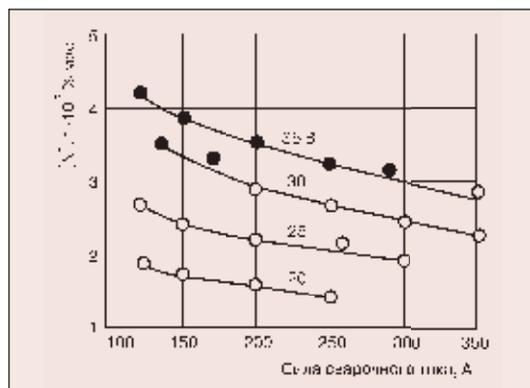
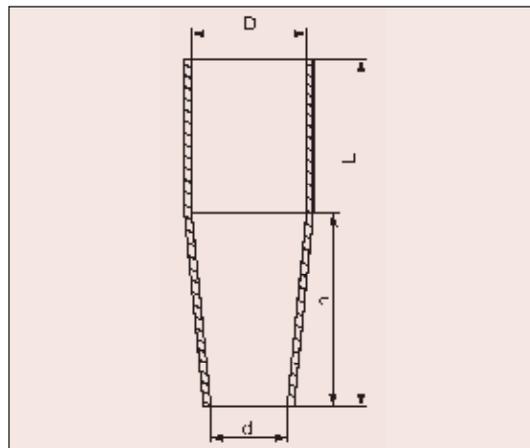


Рис. 5. Геометрические размеры конусного сопла, обеспечивающего улучшенную защиту расплавленного металла при сварке в защитных газах (d = 0,70...0,85D; h = 1,5...2,0D; L = 3,0...3,5D)



минарное истечение газа при умеренном его расходе обеспечивает сопло, показанное на рис. 5. Такие сопла можно рекомендовать для сварки в условиях, когда возможны нарушения газовой защиты (на сквозняках, открытых площадках, при использовании форсированных режимов и т. п.).

Конструкция сопла или токоподводящего наконечника сварочной горелки определяет характер вытекающей струи газа. Вместе с тем в промышленности часто применяют горелки с соплами и токоподводящими наконечниками, которые не создают на срезе сопла струю защитного газа с однородным профилем скорости и низкой турбулентностью. На рис. 6, а показан характер истечения защитного газа из сопла, приведенного на рис. 5, с цилиндрическим наконечником, а на рис. 6, б — из цилиндрического сопла с наконечником «сапожкового» типа. В первом случае хорошо заметен поток защитного газа, выходящий приблизительно с равными по сечению скоростями движения. Видна также кольцевая зона, в которой защитный газ перемешивается с воздухом вследствие образования легких завихрений на границе цилиндрической части потока. Перемешивание защитного газа с воздухом наступало дальше от среза сопла, чем перемешивание при использовании наконечника «сапожкового» типа (рис. 6, б), что объясняется увеличением скорости движения этой ламинарной истекающей центральной струи как в середине, так и по ее границе за счет поджатия потока газа.

Коэффициент поджатия потока в сопле можно определить по формуле $n = S_D / S_d$, где S_D и S_d — соответствующие площади сечения сопла.

Из сопоставления тенеграм (рис. 6) можно убедиться в том, что вытекающая из цилиндрического сопла с наконечником «сапожкового» типа струя газа расширяется сразу на срезе сопла. В турбулентном потоке образуются сплошные клубы завихрений, что приводит к заметному смешиванию с воздухом. При использовании конусного сопла (рис. 5) с коэффициентом поджатия $n = 4,0 \dots 6,0$ и длиной $h = 1,5 \dots 2,0D$ повышается жесткость газовой струи и обеспечивается ламинарное истечение газа на выходе из сопла. При этом струя вытекающего газа не расширяется и с увеличением n и h эффективность защиты расплавленного металла повышается.

При нарушении газовой защиты к пористости наиболее склонен последний слой ме-

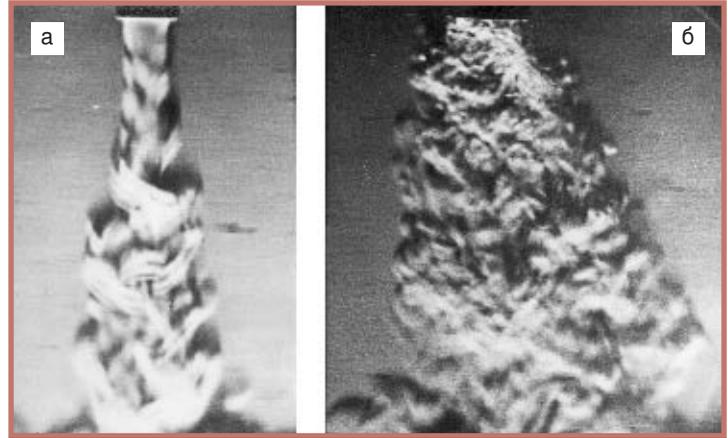


Рис. 6. Характер истечения защитного газа из конусного сопла с цилиндрическим наконечником (а) и цилиндрического сопла с наконечником «сапожкового» типа (б)

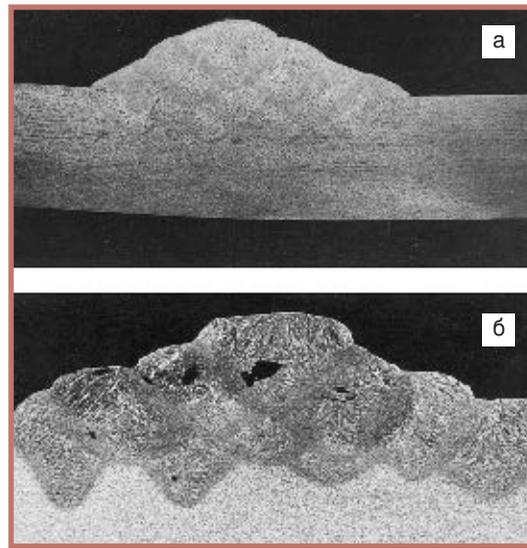


Рис. 7. Влияние конструкции горелки на образование пористости металла шва при многопроходной сварке в смеси $Ar+18\% CO_2$: а — конусное сопло с цилиндрическим наконечником; б — цилиндрическое сопло с наконечником «сапожкового» типа ($I_{св} = 280$ А, $U_d = 28$ В, расход газа 20 л/мин, расстояние от сопла до пластины 20 мм, диаметр проволоки 1,2 мм); $\times 2$

талла многопроходного шва, что обусловлено большей возможностью поступления воздуха в металлическую ванну. При многослойной сварке от слоя к слою происходит перенасыщение металла шва азотом и водородом, что приводит к появлению пор. Это подтверждается при многослойной сварке в смеси $Ar+18\% CO_2$ с использованием токоподводящего наконечника «сапожкового» типа (рис. 7, б), нарушающего качество защиты расплавленного металла от воздуха.

Представленные простые технологические приемы и подбор оптимального состава защитной окислительной смеси на основе аргона позволяют обеспечить надежную защиту расплавленного металла от азота и получить качественные сварные швы без пор при сохранении существенных преимуществ, присущих сварке сталей в газовых смесях. ● #874

Источники питания для дуговой сварки Опытного завода сварочного оборудования ИЭС им. Е. О. Патона

В. И. Степахно, д-р физ.-мат. наук., ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона, **В. В. Андреев, В. А. Корицкий**, кандидаты техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

В настоящее время номенклатура источников питания для дуговой сварки, выпускаемых на ОЗСО с логотипом ПАТОН, насчитывает около 40 наименований. Это — трансформаторы, выпрямители для ручной и механизированной сварки, специализированные источники питания.

При выполнении сварочных ремонтно-монтажных работ на промышленных предприятиях, стройках, фермах, в автохозяйствах, коммунальных предприятиях, в цехах и на трассах трубопроводов большое распространение получили источники питания переменного тока — сварочные трансформаторы для ручной дуговой сварки. Они проще в изготовлении и эксплуатации, легче, надежнее, долговечнее и в 2–3 раза дешевле выпрямителей с аналогичными параметрами.

Трансформаторы позволяют вести процесс на более интенсивных режимах, чем выпрямители, так как при сварке на переменном токе практически отсутствует магнитное дутье. Трансформаторы, как правило, имеют категорию размещения 2 (эксплуатация на открытом воздухе под навесом), а выпрямители — 3 (использование в закрытых помещениях), что налагает некоторые ограничения на их применение.

Основной недостаток традиционных сварочных трансформаторов — низкая стабильность горения дуги, вызванная периодическим ее погасанием при смене полярности тока. Этот недостаток, в принципе, может быть преодолен путем повышения холостого хода трансформаторов, применением тока прямоугольной формы волны, повышением частоты тока или наложением на ток основной частоты колебаний повышенной частоты. Однако все перечисленные приемы сопряжены с большим расходом активных материалов, идущих на изготовление силовых трансформаторов и других узлов, составляющих основу источников питания.

Устойчивый дуговой разряд можно поддерживать путем генерирования и подачи

импульсов напряжения в дуговой промежуток в начале каждого полупериода. Эта оригинальная идея была предложена Б. Е. Патонам еще в 1954 г. Реализация этой идеи не требует серьезных материальных затрат и не изменяет технологии сварки. В ИЭС им. Е. О. Патона были разработаны различные модификации устройств стабилизации горения дуги (УСГД). Их использование совместно со сварочными трансформаторами позволяет вести сварку практически любыми покрытыми электродами на переменном и постоянном токе. Для стабилизации горения дуги необходимо, чтобы в начале полуволны сварочного тока устройство выработало и подало на вторичную обмотку трансформатора кратковременные импульсы амплитудой до 500 В. Эти импульсы облегчают повторное зажигание дуги и способствует повышению стабильности ее горения.

Современные модификации УСГД экономичны, имеют малую материалоемкость и габаритные размеры, долговечны и надежны. Последняя модель устройства УСГД–7М, выпускаемая в настоящее время, при потребляемой мощности не более 160 В·А имеет массу 0,4 кг и габаритные размеры 130×130×60 мм. Аналогов УСГД в мировой практике пока нет.

Подключение УСГД к сварочному трансформатору делает его универсальным по сварочно-технологическим свойствам, т.е. в этом случае сварочный трансформатор может заменить источник постоянного тока (выпрямитель, генератор) или установку для аргонодуговой сварки. Как известно, трансформатор имеет энергетические показатели выше (одно преобразование энергии — трансформация), чем выпрямитель (тут минимум два преобразования энергии — трансформация и выпрямление).

Следует отметить, что для подключения УСГД пригодны практически все свароч-

ные трансформаторы любой мощности с регулируемым магнитным рассеянием. Для питания УСГД сварочный трансформатор снабжен дополнительной слаботочной обмоткой.

Блок управления УСГД подключает устройство к работе после первого контакта электрода с изделием и точно отслеживает момент подачи импульса после прохождения сварочного тока через ноль. В блок управления постоянно поступает информация о силе сварочного тока и о напряжении дуги. Поэтому стабилизирующие горение дуги импульсы подаются в дуговой промежуток на всех режимах работы сварочного трансформатора (холостой ход, короткое замыкание, горение дуги). Через 1 с после прекращения сварки УСГД отключается.

Опытный завод электросварочного оборудования ИЭС им. Е. О. Патона освоил серийное производство трансформаторов для дуговой сварки (рис. 1), в том числе со встроенными в них стабилизаторами УСГД–7МУ2. Основным преимуществом трансформаторов, оснащенных УСГД, является их многофункциональность. Они позволяют осуществлять сварку на переменном токе:

- низкоуглеродистых сталей покрытыми электродами, предназначенными как для переменного тока (АНО–4, МР–3 и др.), так и для постоянного тока (УОНИ–13/45, УОНИ–13/55, ВИ–10–6 и др.);
- нержавеющей и специальных сталей покрытыми электродами (ОЗЛ–8, ОЗЛ–26, ЦЛ–39 и пр.);
- чугуна плавящимися электродами (ЦЧ–4);
- нержавеющей сталей, алюминия и его сплавов неплавящимся электродом в среде аргона, когда допускается начальное зажигание дуги контактным способом.

Трансформаторы типа СТШ–СГД по желанию заказчика могут комплектовать электрододержателями, а также горелками фирмы «Abicor Binzel» для аргонодуговой сварки. Трансформаторы с УСГД находят широкое применение в промышленности.

Простота конструкции, отсутствие электронных схем управления режимом сварки делают эти трансформаторы с блоками стабилизации горения дуги наиболее предпочтительными и исключительно надежными при эксплуатации в тяжелых условиях работы (низкие температуры, открытые площадки карьеров, трассы трубопроводов, запыленные помещения и др.). По сварочно-



Рис. 1. Участок сборки трансформаторов СТШ–250 СГД на ОЗСО



технологическим возможностям эти источники не уступают, а в некоторых случаях (например, отсутствие магнитного дутья) превосходят более дорогие сварочные выпрямители и генераторы. Практика показала, что применение УСГД совместно с трансформаторами типа СТШ позволяет получить существенный экономический эффект, позволяющий быстро окупить основные затраты, связанные с приобретением подобного оборудования. Технические характеристики некоторых моделей сварочных трансформаторов (рис. 2), выпускаемых на ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона, представлены в табл. 1.

В настоящее время переменный ток прямоугольной формы находит применение в различных сварочных процессах, благодаря своим преимуществам перед синусоидальным и постоянным токами. Высокая скорость перехода сварочного тока через нулевое значение обеспечивает не только ста-

Рис. 2. Сварочные трансформаторы, выпускаемые ОЗСО

Таблица 1. Техническая характеристика сварочных трансформаторов

| Параметр | ТДС-150 | ТДС-181 | СТШ-250 СГД | СТШ-252 СГД | СТШ-256 СГД | СТШ-315 СГД | СТШ-400 СГД | СТШ-401 СГД |
|---|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Номинальное напряжение питающей сети, В | 1×220 | 1×220 | 1×220, 2×380 | 1×220, 2×380 | 1×220, 2×380 | 2×380 | 2×380 | 2×380 |
| Сила номинального сварочного тока, А | 150 | 180 | 250 | 250 | 250 | 315 | 400 | 400 |
| Продолжительность нагрузки, % / А | 20/150 60/90 | 20/180 100/80 | 20/250 100/112 | 40/250 100/158 | 20/250 100/112 | 40/315 100/200 | 60/400 100/310 | 60/400 100/310 |
| Пределы регулирования силы сварочного тока, А | 90, 150 | 90, 140, 180 | 70–260 | 70–260 | 70–260 | 90–315 | 90–400 | 25–400 |
| УСГД | Нет | | Есть | | | | | |
| Напряжение холостого хода, В | 55 | 55 | 65 | 65 | 65 | 55 | 53 | 53 |
| Номинальная потребляемая мощность, кВт·А | 8,2 | 9,9 | 16,3 | 16,3 | 16,3 | 17,5 | 22,0 | 22,0 |
| Охлаждение | Принудительное | | Естественное | Принудительное | Естественное | Принудительное | | |
| Габаритные размеры, мм: | | | | | | | | |
| длина | 356 | 356 | 424 | 546 | 424 | 540 | 800 | 800 |
| высота | 231 | 231 | 275 | 400 | 275 | 520 | 520 | 520 |
| ширина | 335 | 335 | 425 | 560 | 425 | 595 | 630 | 630 |
| Масса, кг | 21,0 | 23,0 | 49,2 | 65,0 | 55,2 | 80,0 | 110,0 | 111,0 |

бильное горение дуги, но и оказывает мощное гидродинамическое воздействие на ванну жидкого металла.

Это обстоятельство, в свою очередь, способствует измельчению структуры металла шва и повышению механических характеристик сварного соединения. До сих пор источники прямоугольного переменного тока применяли в основном для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (например, ТИР-315, ТИР-630, ИСВУ-315). Эти аппараты выполнены на основе наиболее простой и надежной схемы, состоящей из сварочного трансформатора с дросселем в диагонали тиристорного моста, который включается последовательно с одной из обмоток трансформатора.

Тиристоры на противоположных сторонах моста образуют пары, которые включаются в работу поочередно в интервале времени, когда ЭДС самоиндукции в обмотке дросселя направлена согласно с протекающим сварочным током и способствует его протеканию. От момента включения тиристоры зависит сила сварочного тока. Скорость перехода тока через нуль и коэффициент прямоугольности тока, определяемый отношением силы тока коммутации к его амплитудному значению, напрямую связаны с индуктивностью дросселя и характером ее изменения в зависимости от силы протекающего по ней тока. Дроссель с

нелинейной характеристикой получается более экономичным, но можно проиграть в «прямоугольности» тока. Необходимая индуктивность дросселя, в свою очередь, зависит также от диапазона соотношений напряжения дуги и холостого хода. Несмотря на внешнюю простоту схемы источника, происходящие в нем переходные процессы при коммутации тиристоров достаточно сложны, что необходимо учитывать при разработке самого источника.

Практическая проверка показала, что использование переменного тока прямоугольной формы при автоматической сварке под флюсом весьма перспективно. Прямоугольная форма переменного тока улучшает формирование обратной стороны шва, уменьшает угловые остаточные деформации свариваемых полотен, исключает появление зоны вогнутости в осевом сечении шва и позволяет производить сварку на максимально допустимых зазорах. Положительные результаты были получены при одно- и многодуговой (трех- и четырехдуговой) сварке под флюсом на режимах, применяемых в производстве труб большого диаметра. При многодуговой сварке источник прямоугольного тока подключался для питания последней дуги.

На ОЗСО был изготовлен и успешно испытан в лабораторных и производственных условиях (Харьковский трубный завод) при

сварке труб большого диаметра источник питания ТДФК–1250 прямоугольного тока. Источник питания при необходимости легко может быть преобразован в источник постоянного или переменного синусоидального тока. Контрольные наплавки производили на наладочной трубе без разделки кромок (по основному металлу трубы) одной дугой с наклоном электрода 30° проволокой СВ–08 Г1НМА под флюсом АН–60(70%) + АН–67(30%), толщина стенки трубы 15,7 мм. Как показали испытания, источник питания ТДФК–1250 обеспечивает стабильный процесс сварки синусоидальным, прямоугольным и постоянным током и может быть рекомендован для любой из дуг в условиях многодуговой сварки под флюсом.

Блок фазового регулирования ТДФК–1250 (БФР) с помощью обратных связей по току и напряжению формирует различные выходные характеристики источника. БФР может быть многофункциональным и в комплексе с различными силовыми схемами решать конкретные технологические задачи: сварка симметричным и асимметричным током, независимое регулирование тока прямой и обратной полярности, модуляция сварочного тока, плавное нарастание силы тока при возбуждении дуги и его постепенное снижение в конце сварки и т. п.

Техническая характеристика ТДФК–1250:

| | |
|---|-------|
| Напряжение сети частотой 50 Гц, В ... | 380 |
| Сила номинального сварочного тока (при ПН=100%), А: | |
| прямоугольной формы | 1250* |
| синусоидальной формы..... | 1600 |
| постоянного..... | 1250 |
| Напряжение холостого хода, В | 110 |
| Номинальное напряжение дуги, В | 60 |
| Масса, кг | 990 |

* Коэффициент прямоугольности во всем диапазоне силы сварочного тока равен 75%.

ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона выпускает выпрямители серии ВД на силу тока от 200 до 500 А. Выпрямители серии ВД с механическим регулированием силы тока (рис. 3) используют в основном при сварке покрытыми электродами различных металлоконструкций в строительстве, машиностроении, горнорудной и металлургической промышленности, аграрном комплексе.

Выпрямители просты в обращении и достаточно надежны в эксплуатации. Диапазон регулирования силы сварочного тока разбит



на две ступени. В пределах каждой ступени плавное регулирование силы сварочного тока обеспечивается изменением расстояния между катушками первичных и вторичных обмоток силового трансформатора. Для перехода с одной ступени на другую предусмотрен переключатель барабанного типа.

Наиболее распространенный в сварочном производстве выпрямитель ВД–310, выпускаемый ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона, имеет плавное регулирование силы сварочного тока от 45 до 315 А и обладает достаточно высокими технологическими свойствами, обеспечивая стабильный процесс и качественное формирование шва при низком разбрызгивании электродного металла.

Однако при сварке корневых швов трубопроводов электродами малого диаметра (2,5–3,0 мм) на силе тока 65–80 А был отмечен эффект примерзания электрода, что впоследствии привело к определенным трудностям ведения сварки. Как показала практическая проверка, причина такого явления кроется в недостаточной силе тока короткого замыкания (КЗ) выпрямителя при работе в диапазоне малых значений силы тока. Например, при сварке от выпрямителя ВД–310 на силе тока 65–80 А ток КЗ выпрямителя практически не отличается от силы тока сварки.

Учитывая это обстоятельство, было предложено модернизировать выпрямитель ВД–310, снабдив его дополнительным низковольтным источником постоянного тока сравнительно небольшой мощности (порядка 5% мощности основного выпрямителя), который вступал бы в работу и увеличивал силу тока как непосредственно перед КЗ, так и во время замыкания дугового промежутка каплей расплавленного металла.

Модернизированный таким образом выпрямитель ВД–310 можно еще комплектовать и другой выпрямительной приставкой с напряжением холостого хода 96 В и силой тока КЗ, равной 15 А. Это позволяет повысить эластичность дуги, что важно при сварке в узкую разделку. Предлагаемое комби-

Рис. 3. Сварочные выпрямители производства ОЗСО

Таблица 2. Техническая характеристика выпрямителей серии ВД

| Параметр | ВД-250 | ВД-310 | ВД-500 | ВД-255 AC/DC | ВД-400 AC/DC |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|---|
| Напряжение питающей сети, В | 3×380 | | | 2×380 | |
| Сила номинального сварочного тока, А | 250 | 315 | 500 | AC250 / DC225 | AC400 / DC300 |
| Продолжительность нагрузки, % / А | 40 / 250 100 / 158 | 60 / 315 100 / 244 | 60 / 500 100 / 387 | 40 / AC250 / DC225 100 / AC158 / DC145 | 60 / AC400 / DC300 100 / AC310 / DC232 |
| Пределы регулирования силы сварочного тока, А | 30–80 80–250 | 45–125 125–315 | 75–220 220–540 | AC 70–250 DC 60–225 | AC 90–400 DC 75–300 |
| Напряжение холостого хода, В | 65/96 | 65/96 | 67/96 | 75 | 75 |
| Номинальная потребляемая мощность, кВт·А | 17 | 22 | 48 | 16,3 | 25 |
| Охлаждение | Принудительное | | | | |
| Габаритные размеры, мм | 860×570×770 | 905×770×825 | 905×770×825 | 660×550×610 | 910×530×600 |
| Масса, кг | 125 | 220 | 240 | 90 | 120 |

нированное питание дуги обеспечивает надежный провар корня шва при сварке трубопроводов без погасания дуги и примерзания электрода, что существенно расширяет область применения выпрямителя ВД-310. По своим технологическим свойствам модернизированный выпрямитель ВД-310 сопоставим со сварочными агрегатами, которые используют в настоящее время при сварке трубопроводов.

Технологические испытания модернизированного выпрямителя ВД-310 на штатных образцах труб (материал Ст20) диаметром 219 и 108 мм с толщиной стенки соответственно 8 и 12 мм показали, что подключение приставок обеспечивает стабильный процесс сварки без эффекта примерзания электрода на режимах 65–80 А. Сварку выполняли электродами АНО-ТМ60, LB-52U, УОНИ-13/55.

Источники питания серии ВД поставляются в универсальном по роду тока (AC/DC) исполнении для сварки покрытыми электродами. Основные технические характеристики выпрямителей серии ВД приведены в табл. 2.

Для механизированной сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой в среде защитных газов на ОЗСО освоен выпуск серии однопостовых выпрямителей ВС на силу тока 300, 400, 500 и 650 А. Наиболее перспективной моделью можно назвать выпрямитель ВС-650СР. Этот выпрямитель обеспечивает питание одного сварочного поста при механизированной сварке и наплавке на силе тока до 650 А. При механизированной сварке диапазон регулирования напряжения дуги 16–48 В. В отличие от традиционных сварочных вы-

прямителей источник благодаря оригинальному специальному дросселю с внутренней обратной связью обеспечивает стабилизацию длины дугового промежутка и размера капель переносимого металла при сварке в защитных газах с короткими замыканиями, что существенно улучшает формирование шва и качество сварки во всех пространственных положениях. Выпрямитель ВС650-СР можно использовать при сварке под флюсом, а также при многопостовой сварке покрытыми электродами. Для регулирования силы тока на постах могут быть подключены балластные реостаты либо чопперы. Количество постов определяют в зависимости от силы тока на посту и коэффициента одновременности и загрузки.

Техническая характеристика ВС650-СР:

| | |
|--|-------------|
| Напряжение питающей сети, 50 Гц, В | 3×380 |
| Сила номинального тока (при ПН=80%), А | 650 |
| Пределы регулирования напряжения холостого хода ($U_{x,x}$), В | 18–58 |
| Число ступеней регулирования напряжения холостого хода $U_{x,x}$ | 27 |
| Номинальная мощность, кВт·А | 40 |
| Внешняя характеристика | Жесткая |
| Диапазон силы сварочного тока, А | 50–650 |
| Габаритные размеры, мм | 780×750×790 |
| Масса, кг, не более | 200 |

В 2008 г. планируется также выпуск мощных универсальных выпрямителей на силу тока 1200 и 1600 А. Выполнены расчеты, разработаны конструкции, изготовлены силовые узлы и блоки управления источниками.



ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА

WWW.DYUKON.RU



Инверторные
источники



Установки плазменной
сварки



Установки
аргодуговой сварки



Многофункциональные
сварочные аппараты



Машины точечной сварки

Сварочное оборудование

**Разработка
комплексных решений
для Вашего производства.
Демонстрационные залы.
Гарантия. Сервис.**

Санкт-Петербург: (812) 326-9246
Москва: (495) 642-6858
Нижний Новгород: (831) 463-7755

Екатеринбург: (343) 310-0199
Челябинск: (351) 232-3302
Ростов-на-Дону: (863) 219-5121

Тольятти: (8482) 51-19-00
Самара: (846) 273-3525
Новосибирск: (383) 211-2780

Сварочные материалы:

электроды, сварочные проволоки
сплошного сечения Св-08Г2С
и порошковые Megafil
производства ООО «Арксэл»

Сварочные электроды специального назначения для сварки коррозионно-стойких, теплоустойчивых сталей, для наплавки, сварки чугуна и меди. Ассортимент электродов — более 40 позиций.

Сварочные проволоки изготовлены с использованием низководородной волочильной смазки с ингибитором коррозии, специально обработаны для усреднения остаточной деформации в поперечном сечении и по длине проволоки, намотаны на прецизионных станках с укладкой виток к витку.

Сертификация продукции:
Lloyd Register, Dey Norske Veritas,
Germanischer Lloyd, Российский
Морской Регистр Судоходства.

Возможно производство сварочных
материалов по индивидуальному
заказу при крупном объеме закупки.



ООО «АРКСЭЛ»
Украина, 83017,
г. Донецк,
пер. Вятский, 2 Б
тел.: (062) 332-26-52
312-76-60
312-76-97
332-26-50,
факс: (062) 332-26-51
E-mail:
arcsel@arcsel.com.ua
www.arcsel.com.ua

ИНДУСТРИАЛЬНО- МЕТИЗНЫЙ СОЮЗ

Проволока стальная сварочная
ГОСТ 2246-70, Ø 0,6-5,0 мм, без покрытия
и омедненная (СВ08А, СВ08Г2С);
мотки/кассеты 5–18 кг.

А также:

- ◆ Канат стальной
- ◆ Арматурные стабилизированные пряди
- ◆ Канат капроновый
- ◆ Канат полипропиленовый
- ◆ Проволока стальная (пружинная, канатная, ОК, ОЦ, т/о, ВР-1, ВР-2, СТАП)
- ◆ Сетка (тканая, плетеная, сварная, рифленая)
- ◆ Фибра стальная



www.imu.com.ua

сбыт: (048) 711-1717
маркетинг: (048) 719-0546
тех. управление: (048) 711-1700

ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ

г. КИЕВ,
ул. М.Стельмаха, 5
т./ф. (044) 257-43-32,
258-03-57
E-mail: evrotel@kn.ua



г. ОДЕССА,
ул. Бугаевская, 35
т./ф. (0482) 340-475,
728-61-28
E-mail: e-advantage@eurocom.od.ua

- ◆ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ◆ ГАЗСВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ◆ РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- ◆ АКСЕССУАРЫ
- ◆ КОМПРЕССОРЫ ВОЗДУШНЫЕ
ДО 1210 Л/МИН



TransPulsSynergic MagicCleaner TransSynergic TransPocket MagicWave TransTig



СПОСОБ СВАРКИ:

- пайка MIG
- сварка TIG DC
- сварка MMA
- сварка MIG/MAG
- импульсная дуговая сварка MIG/MAG

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

- цифровое управление и контроль за сварочным процессом
- режим запоминания рабочей точки Job (100 программ)
- автоматическое отключение блока охлаждения
- экономящая энергию инверторная технология
- привод четырехроликовый
- режим «Synergic»
- защита от перегрева
- режим для сварки алюминия
- режим «SynchroPuls»
- цифровой дисплей



Favorit LTD
официальный представитель
FRONIUS INTERNATIONAL GmbH
ООО «Фронюс-Украина»

Киев, ул. Киквидзе, 17
Тел. (044) 494-3698,
тел./факс (044) 286-6595(97)
e-mail: info_fronius@favoritltd.com

Повышение износостойкости деталей машин и механизмов сверхзвуковой газопорошковой наплавкой

М. В. Радченко, д-р техн. наук, **Ю. О. Шевцов**, канд. техн. наук, **С. А. Маньковский**, **Д. А. Нагорный**, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (Барнаул)

В последнее время в большинстве материалоёмких отраслей промышленности большое внимание уделяют увеличению срока службы и восстановлению рабочих поверхностей различных деталей и механизмов. Поэтому для решения проблем изнашивания рабочих поверхностей актуальным является развитие уже существующих и разработка новых способов поверхностного упрочнения и восстановления рабочих поверхностей.

Как известно, в таких случаях предпочтение отдают оборудованию и технологиям, использующим концентрированные потоки энергии (электронные пучки в вакууме, лазерные лучи, плазменные струи). Но наряду с этим в промышленности часто экономически целесообразно использовать относительно недорогие технологические процессы, среди которых заметное место занимают технологии газопламенного напыления и наплавки. При этом последние 10–12 лет все активнее начинают развиваться процессы нанесения защитных покрытий сверхзвуковыми газовыми струями (патент № 2037336 Россия, МПК В05В7/20). Это относится преимущественно к напылению. Однако, как известно, все процессы напыления, без исключения, имеют один существенный недостаток, ограничивающий промышленное использование, — отслоение покрытий ввиду относительно низкой прочности сцепления с основой.

Решить данную проблему можно посредством развития и применения технологий сверхзвуковой газопорошковой наплавки (СПП-наплавки).

В ООО «НИИ Высоких Технологий» (г. Барнаул) в рамках Федеральной программы России «СТАРТ» был выполнен комплекс исследований, включающий расчеты сопел Лавалья с различными числами Маха, изготовление серии сопел и их экспериментальную апробацию в процессе на-

плавки износостойких порошковых сплавов на изношенные поверхности деталей. В результате разработана и запатентована (патент на полезную модель № 60410 Россия, МПК В22В 19/06) аппаратура для СПП-наплавки (рис. 1). Отличительной чертой ее является повышение концентрации энергии газопламенного источника нагрева и уменьшение зоны термического влияния при увеличении скорости истечения газовых потоков на срезе сопла газопламенной установки.

Как известно из зарубежной литературы, для нанесения покрытий в качестве напыляемых материалов используют порошковые сплавы с фракцией менее 10 мкм. Такие порошковые материалы в России промышленно не выпускают. Поэтому уже на первом этапе исследований была поставлена и решена задача использования в качестве наплавочных материалов отечественных порошковых самофлюсующихся сплавов, а также сплавов на основе железа, кобальта, вольфрама с фракцией 40–100 мкм. В этом случае можно в зависимости от условий эксплуатации изделия выбирать материал

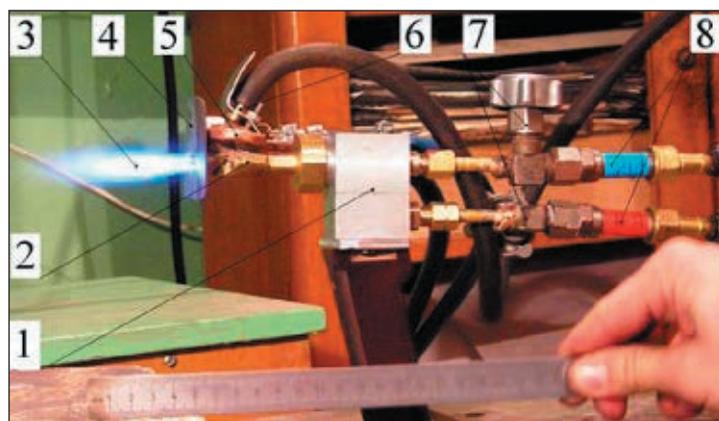
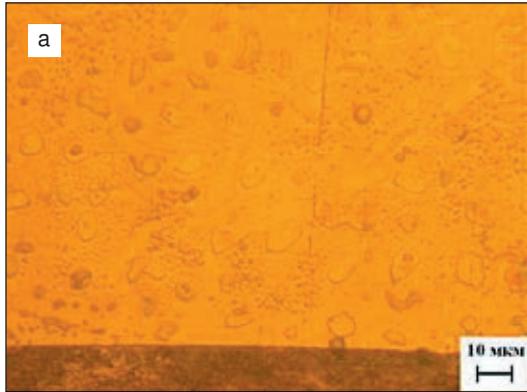


Рис. 1. Устройство для сверхзвуковой газопорошковой наплавки: 1 — корпус; 2 — сопло; 3 — газовое пламя; 4 — щиток; 5 — система охлаждения сопла; 6 — канал подачи порошка; 7 — вентили подачи рабочих газов; 8 — подвод рабочих газов

Рис. 2. Микроструктура покрытий, наплавленных дозвуковой (а) и сверхзвуковой (б) газопорошковой наплавкой



наплавочного покрытия, обладающий комплексом свойств (износостойкость, жаростойкость, коррозионная стойкость и т. д.), необходимых для защиты при заданном виде изнашивания.

Процесс создания защитных покрытий сверхзвуковой газопорошковой наплавкой

включает традиционные стадии: подготовку поверхности, подготовку наплавочного материала, наплавку и контроль. При разработке технологии создания защитных покрытий сверхзвуковой газопорошковой наплавкой, в частности на деталях теплоэнергетики, наплавочным материалом системы Ni-Cr-B-Si были выявлены следующие металлургические и технологические закономерности.

1. Увеличенная концентрация теплоты в сверхзвуковом газовом потоке по сравнению с дозвуковым способствует получению структуры в виде никелевой матрицы, насыщенной мелкодисперсными карбидными включениями (2,0–3,0 мкм) глобулярной формы, равномерно распределенными по покрытию примерно на одинаковом расстоянии друг от друга, что отвечает требованиям высоких показателей износостойкости покрытий (рис. 2).

2. Микротвердость имеет более стабильные значения, меньший разброс и более равномерное распределение карбидной фазы, т. е. покрытия более работоспособны по сравнению с покрытиями, наплавленными дозвуковой наплавкой (рис. 3). Износостойкость покрытий с толщиной 1,5–2,0 мм повышается в 3,6–4,0 раза по сравнению с износостойкостью покрытий при дозвуковой газопорошковой наплавке (рис. 4).

3. Сверхзвуковая газопорошковая наплавка по сравнению с дозвуковой обеспечивает:

- уменьшение расхода горючего и окислительного газов при одинаковом давлении: кислорода – в 1,3–2,0 раза, пропана в 1,3–1,8 раза;
- уменьшение длины факела пламени в 3–5 раз;
- уменьшение времени нагрева в 1,8–2 раза;
- увеличение скорости наплавки в 1,8–2 раза;
- формирование более узких наплавленных валиков (5–10 мм);

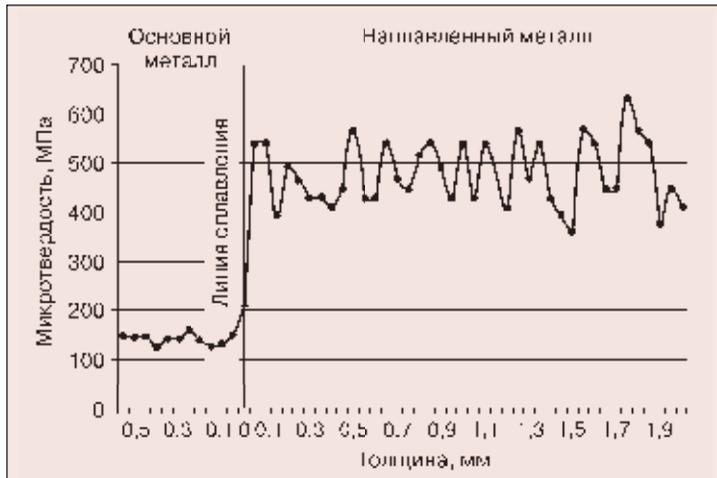


Рис. 3. Распределение микротвердости в наплавленном покрытии

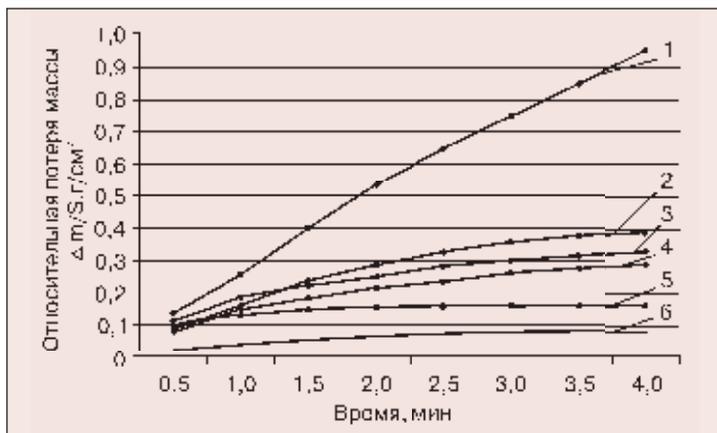


Рис. 4. Износостойкость покрытий при трении о закрепленные абразивные частицы: 1 — сталь 20К; 2 — сталь 45 (эталон); 3, 4 — валики, наплавленные дозвуковой газопорошковой наплавкой (толщина соответственно 1,5–2,0 мм и 1,0–1,5 мм); 5, 6 — валики, наплавленные сверхзвуковой газопорошковой наплавкой (толщина соответственно 1,0–1,5 мм и 1,5–2,0 мм)

- уменьшение размеров пятна нагрева и повышение концентрации энергии в пятне нагрева в 4–5 раз;
- эффективность использования рабочих газов и порошкового материала.

В результате экспериментальных исследований установлены рациональные технологические режимы процесса сверхзвуковой газопорошковой наплавки, при соблюдении которых создаются условия, позволяющие получать покрытия с высокой износостойкостью:

- скорость наплавки 6–9 м/ч;
- дистанция наплавки 25–30 мм;
- давление горючего газа (пропана) — 0,08–0,1 МПа;
- давление окислительного газа (кислорода) — 0,45–0,5 МПа.

Исследования защитных покрытий, наплавленных по разработанной технологии, показали, что их износостойкость в 8–10 раз выше износостойкости незащищенных поверхностей труб из стали 20К и в 3,6–4,0 раза выше по сравнению с износостойкостью покрытий, наплавленных дозвуковой газопорошковой наплавкой.

В 2005 г. в ОАО «Бийский котельный завод» по разработанной технологии дозвуковой газопорошковой наплавки были выполнены защитные покрытия на участках трубных панелей котлов КВ–Ф–10–115–НТКС с кипящим слоем. Их эксплуатационные испытания в течение двух лет подтвердили результаты лабораторных исследований. При этом экономический эффект от использования разработанной технологии газопорошковой наплавки на трех котлах составил около 10,8 млн. руб. в год.

На этом основании были разработаны технологические рекомендации, согласно которым при использовании в дальнейшем аппаратуры и технологии СПП-наплавки возможно ожидать дополнительного увеличения (в 3–4 раза) износостойкости трубных панелей котлов с кипящим слоем. Наряду с этим полученные результаты позволяют рекомендовать использование сверхзвуковой газопорошковой наплавки для решения проблемы изнашивания деталей машин и механизмов в других отраслях промышленности.

● #876

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Журналу «Автоматическая сварка» — 60



Журнал был основан по инициативе академика Е. О. Патона в 1948 г. С 1953 г. по настоящее время главным редактором журнала является академик Б. Е. Патон. За отмеченный период в журнале опубликовано свыше 12000 статей по различным проблемам сварочного производства. Довольно быстро и на многие годы журнал завоевал широкую читательскую аудиторию. Этому способствовало прежде всего то, что в нем впервые освещались многие выдающиеся разработки и затем прослеживалось их развитие. Среди них: дуговая сварка с принудительным формированием металла шва, электрошлаковая сварка, технология изготовления листовых конструкций методом рулонирования, многослойных, сварнокованных и сварнолитых конструкций, сварка в углекислом газе проволокой малого диаметра, сварка по активированному флюсу, импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом, многоэлектродная дуговая сварка в общую ванну, контактная сварка непрерывным оплавлением рельсов и труб, электронно-лучевая сварка, парофазные технологии, микроплазменная сварка, механизированная мокрая сварка под водой, плазменная резка, сварка и резка взрывом, технология изготовления криогенной техники, сварка и напыление в космосе, сварка композитов, плазменное и газотермическое напыление и многое другое.

По широте охвата и глубине освещения опубликованных материалов подшивки журнала часто называют сварочной энциклопедией. Журнал помог становлению не одного поколения сварщиков, для которых он служил настольным пособием. Журнал «Автоматическая сварка» популярен в среде ученых, преподавателей, руководителей и специалистов различных рангов многих предприятий и фирм Украины, стран СНГ и дальнего зарубежья.

В последние годы журнал претерпел изменения. От строгого академического издания прошлых лет его отличают современный дизайн, широкий спектр разнообразной информации не только научно-технического, но и производственного характера, заметная доля рекламы.

Поздравляем наших коллег с юбилеем, желаем больших успехов и дальнейшего процветания.

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

Переносные машины для подготовки кромок металлических труб

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона»,
д-р **F. Kolenic**, Prva Zvaracka a. s. (Братислава, Словацкая Республика)

Переносные машины для разделки кольцевых кромок металлических труб делят на машины струйной и механической резки. Эти машины могут быть ручными, настольными или устанавливаемыми на место обработки с помощью небольших грузоподъемных устройств. Многие из них имеют малую массу (до 20 кг) и компактные устройства для присоединения к трубе. Некоторые машины имеют только механизированную тележку, чтобы передвигаться вокруг окружности трубы с помощью цепи. Машины струйной резки могут быть оборудованы кислородными, плазменными или водоструйными резаками, дополнительными вращающимися устройствами для резки.

Машины струйной резки. Седельные машины — это наиболее популярные портативные машины для резки и обработки торцов труб, так как они просты при монтаже и в использовании. Большинство седельных

машин предназначено для обработки торцов труб четырех диаметров. Седельные машины могут быть укомплектованы дополнительными устройствами: кронштейном крепления суппорта для двух резаков при резке и разделке кромок с обеих сторон одновременно; эксцентриковым устройством для корректировки при резке овальных или нестандартных труб; устройством для резки по контуру с шаблоном для получения фигурного реза или реза под углом.

Седельные машины серии SA (фирма «Mathey Dearman Inc.», Тулса, штат Оклахома, США; рис. 1, табл. 1) предназначена для особо точной резки труб в полевых и стационарных условиях. Данный тип машин известен в промышленности более 60 лет. Машины имеют малую массу и высокую надежность, позволяют производить резку точно и аккуратно. Диаметр обрабатываемых труб от 38 до 1219 мм. Каждая модель рассчитана на 3 или 4 диаметра трубы. Имеется возможность установки двух резаков с углом наклона до 45°. В зависимости от модели резака и комплекта мундштуков толщина стенки разрезаемой трубы может быть до 51 мм. Используя данные машины, даже малоопытный оператор может выполнить работу качественно. Машины практически не требуют настройки при перестановке на трубы одинакового диаметра, их быстро и легко крепят к трубе при помощи пружинного замка. Предусмотрена ручная модификация и с электродвигателем.

Корпус машин сделан из алюминия со специальным покрытием. Машины можно



Рис. 1.
Седельная машина из серии SA

Таблица 1. Техническая характеристика седельных машин SA

| Параметр | MSA | 1SA | 2SA | 3SA | 4SA | 5SA | 6SA | 8SA |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|------------------|
| Диаметр трубы, мм | 38–102 | 76–203 | 152–305 | 305–508 | 508–660 | 610–762 | 711–914 | 1016–1219 |
| Мин./макс. скорость резки, мм/мин | 102/3581 | 102/1803 | 152/2261 | 178/1194 | 178/1346 | 203/864 | 127/889 | 127/914 |
| Масса машины / комплекта, кг | 5/5,4 | 7/11 | 12/15,5 | 22/33 | 35/86 | 48/91 | 82/132 | 130/188 |
| Проставки для труб | 51, 76, 102 | 76, 102, 152, 203 | 152, 203, 254, 305 | 305, 356, 406, 457, 508 | 508, 559, 610, 660 | 610, 660, 711, 762 | 711, 762, 914 | 1016, 1067, 1219 |

Таблица 2. Техническая характеристика цепных машин

| Модель | Наружный диаметр обрабатываемых труб, мм | Толщина стенки трубы, мм | Масса, кг | Производитель |
|----------------|--|--------------------------|---------------|---|
| Орбита-БМ | 530–1420 | 5–75 | 105 (компл.) | Российская Федерация |
| Орбита-Р2 | 320–1420 | 5–75 | 10 | |
| Сфера | Более 300 | 5–50 | 4,5 | |
| АГРТ-1 | 530, 630, 720, 820, 1020, 1220, 1420 | 5–50 | 10 | ОАО «Омский НИИД», Омск, Российская Федерация |
| Комета | 426; 530; 720; 1020; 1220; 1420 | 5–50 | 36 (комплект) | |
| Tagliatubi 397 | 150–1200 | 5–50 | | «Air Liquide Welding», Франция |
| Auto Pickle-S | 150–600 | 5–50 | 15 | «Koike Sanso Kogyo Co., Ltd», Япония |
| Butbro | 150–1200 | 5–50 | 17 (комплект) | Швеция |
| CG2-11G | Более 108 | 6–50 | 13 | Китай |
| CG2-11Y | 100–460 | 5–50 | 14 | |
| CG2-11S | Более 108 | 6–50 | 16,5 | |
| CG2-11D | 150–600 | 6–50 | 25 | |
| CG2-11B | 150–600 | Зависит от плазмотрона | 27 | |

использовать с газокислородными или плазменными резаками. Предусмотрена комплектация дополнительными аксессуарами: приспособлением для вырезания контура, когда необходимо сделать фигурный рез или рез под углом; приспособлением для регулировки положения резака над поверхностью трубы; кронштейном для крепления суппорта второго резака.

Седелная машина для резки труб Super II (фирма «Mactech Europe Ltd», Macclesfield, Великобритания) предназначена для точной и быстрой резки труб диаметром от 51 до 305 мм в цеху. Устанавливают ее в фиксированном положении. В машине применяют газокислородные или плазменные резаки. Имеется возможность установки двух резаков с углом наклона каждого 45°. В комплект входят самоцентрирующиеся захваты с проставками для каждого диаметра трубы. Поставляются с ручным и электрическим приводами. Возможна дополнительная комплектация аксессуарами: приспособлением для вырезания контура; приспособлением для регулировки положения резака над поверхностью трубы; кронштейном для крепления суппорта второго резака.

Машины для резки на магнитной подвеске имеют небольшой размер и не требуют большого времени для установки, так как им не нужны фиксирующие устройства или приспособления, чтобы держаться на трубе. Машины могут резать снаружи, внутри или вдоль осевой линии трубы. Дополнительное достоинство этих машин — режут вертикальные и горизонтальные листы.

Машина на магнитной подвеске CG2J11 (фирма «Welking Industries Inc.», Zhejiang, Китай) массой 20 кг предназначена для кислородной резки и разделки кромок стальных труб диаметром более 108 мм и толщиной стенки 5–50 мм. Их широко применяют в нефтехимии. Основная часть машины изготовлена из алюминиевого сплава. Форма разделки кромок: I, Y, V (угол 45°). Резак может работать в горизонтальном, вертикальном и наклонном положениях.

Цепные машины (табл. 2) перемещают газовый резак или плазмотрон на заданном расстоянии от поверхности по окружности трубы. Если появляется необходимость поднять резак над сварным швом, применяют эксцентриковое устройство. Для резки и разделки кромки с обеих сторон одновременно используют кронштейн крепления суппорта второго резака. Для неглубоких фигурных резов или реза под углом может быть использовано дополнительное устройство. Для большей точности эти машины требуют использования направляющих полюс, особенно при работе с трубами диаметром более 457 мм. При переходе на другой диаметр трубы изменяют длину цепи.

Ленточные машины для резки используют ленты для перемещения вокруг трубы. Эти машины применяют для кислородной резки, требующей небольшого отклонения от радиальной оси при ограниченном свободном пространстве, вертикальных труб и труб большого диаметра. Ленты изготавливают из нержавеющей стали. Для каждого диаметра трубы имеется лента определенной длины. Шасси подходит для лент всех



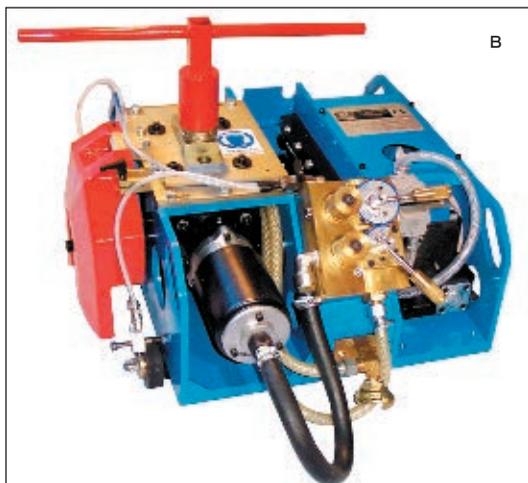
Рис. 2. Машина RSV-4 для резки труб



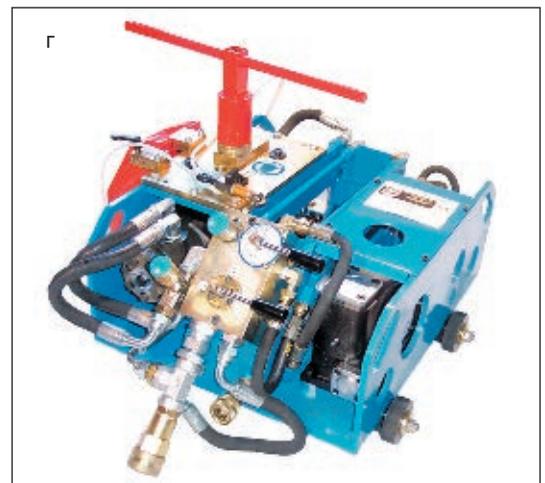
а



б



в



г

Рис. 3. Машина CGM-1: а — вид на трубе; б — специальные фрезы; в — модель CGM-1А; г — модель CGM-10

размеров. В машинах предусмотрено изменение положения колес шасси в соответствии с диаметром ленты.

Машина RSV-4 (фирма «Zinser Schweisstechtechnik GmbH», Albershausen, ФРГ) предназначена для резки и снятия фасок для сварки на трубах диаметром 400–1600 мм в полевых условиях при строительстве трубопроводов и в цеху. В стандартной поставке имеется лента для труб диаметром от 600 до 1000 мм. Дополнительно поставляют ленты-бандажы для труб следующих диаметров: 400–600, 800–1200, 1200–1500, 1400–1600 мм. Машину (рис. 2) выпускают с ручным или электрическим (220 В) приводами. Достоинством машины RSV-4 с ручным приводом является малая высота, что дает возможность при ремонте трубопроводов сократить время на земляные работы, так как достаточно иметь свободное пространство высотой 270 мм под трубой, чтобы выполнить кислородную резку.

Машины для механической резки. Для этих машин используют специальные резцы или фрезы для разделки кромок на торцах труб. Машину либо передвигают вокруг трубы с помощью цепи, либо устанавливают с помощью внутреннего или внешнего центризатора для токарной обработки.

Машина CGM-1 (фирма «Mathey Dearman Inc.», Тулса, штат Оклахома, США) предназначена для разделки кромок труб из любых марок сталей, железа и чугунов с помощью резцов или составной фрезы, имеющей режущие и скашивающие кромки (рис. 3). Машину крепят и передвигают вокруг трубы при помощи четырехзвенной цепи. Длина цепи может быть изменена в зависимости от диаметра труб. Для труб большого диаметра и резервуаров дополнительно имеются направляющие полосы. Для более

Таблица 3. Техническая характеристика машин серии CGM

| Показатель | CGM-1A с пневматическим приводом | CGM-1O с гидравлическим приводом |
|---------------------------------------|--|---|
| Режущий механизм | Регулируемый воздушный двигатель мощностью 2,76 кВт, соединенный с трансмиссией | Регулируемый гидравлический двигатель мощностью 4,0 кВт, соединенный с трансмиссией |
| Механизм перемещения | Воздушный двигатель мощностью 0,33 кВт, соединенный с трансмиссией | Гидравлический двигатель мощностью 1,0 кВт, соединенный с трансмиссией |
| Рабочее давление, МПа | 0,8 | 3–10 |
| Производительность компрессора, л/мин | 4000 | 72 |
| Скорость вращения фрезы, об/мин | 20–70 | |
| Скорость перемещения, м/ч | 1,5–3,0 | |
| Рабочее пространство | Свободное пространство вдоль трубы диаметром 650 мм | Свободное пространство вокруг трубы диаметром 630 мм |
| Масса комплекта, кг | 181 (265 с ящиком) | |
| Габаритные размеры, мм | 560×650×360 | |
| Комплектация | Инструкция, ключи (с динамометрическим ключом), стопорные гайки, соединительные болты, воздушный рукав длиной 10 м, устройство для быстрой смазки, стальной бокс, 1 л смазки | |
| Дополнительная комплектация | Секции цепи, фрезы, смазывающая жидкость, удлиненный воздушный рукав | |

точного перемещения по поверхности трубы предусмотрена установка колес в шести различных положениях. Использование рифленых колес и направляющей полосы позволяет достичь минимального допуска несопадения начала и конца реза (до 1,6 мм).

Машины выпускают с пневматическим или гидравлическим приводами (табл. 3). Привод имеет отдельную регулировку скорости вращения фрезы и движения машины вокруг трубы. В гидравлической системе используют масло. Диапазон диаметров разрезаемых труб от 152 мм до 1826 мм с толщиной стенки 6–60 мм. Специальная модель гидравлической машины режет трубы под водой на глубине до 40 м.

Режущий блок состоит из трех составных фрез (рис. 3, б): центральной режущей и двух скашивающих фрез. Фрезы можно заменять без снятия машины с трубы. Скашивающие фрезы позволяют разделять кромку под углами 30 и 37,5°, а также придавать ей разные формы: U, J и кратные J. Имеется система двойного автоматического охлаждения фрезы.

Машины серий REB и BRB (фирма «Orbitalum Tools GmbH», Singen, ФРГ) предназначены для токарного снятия фаски и разделки кромок труб из нержавеющей, легированной и нелегированной стали. Машины устанавливают на трубе с помощью внутреннего центратора, а обрабатывают «летающими» резцами. Переносные торцеватели-фаскосъемники BRB 2, BRB 4 могут работать одновременно одним, двумя или тремя резцами при изготовлении стандарт-



Рис. 4. Машина REB6E для снятия фаски и обработки торцов труб

ных форм разделки кромок труб небольшого внутреннего диаметра (12,75–110,8 мм) с толщиной стенки 1–8 мм. Торцеватели-фаскосъемники серии REB (рис. 4) могут работать одновременно одним, двумя, тремя или четырьмя резцами на торцах труб среднего внутреннего диаметра (49–290 мм) с толщиной стенки 3–30 мм.

Фирма «Tri Tool Inc.» (Rancho Cordova, штат Калифорния, США) выпускает широкую гамму машин для токарной обработки торцов труб различного назначения. Портативные машины серии 200 с внутренним центратором предназначены для обработки торцов труб и фланцев диаметром 3,2–762 мм и имеют электрический, пневматический или гидравлический приводы. Машины серии 600 с внешним центратором предназначены для подготовки торцов труб диаметром 13,7–1524 мм и имеют массу от 5,2 до 508 кг.

Фирма «Mactech Europe Ltd» (Macclesfield, Великобритания) также выпускает

Рис. 5. Машина RA-2 для резки и разделки кромок стальных труб



Рис. 6. Унифицированная машина для орбитальной обработки труб



Рис. 7. Режущий узел машин серии GA

портативные машины с внешним центратором для токарной обработки торцов труб, вентилях, фланцев, сопел с толщиной стенки до 54,6 мм. Они имеют пневматический или гидравлический привод. Обработка с гидравлическим приводом происходит на 25–40% быстрее, чем с пневматическим приводом. Разъемный корпус машин изготавливают из алюминиевого сплава. Время монтажа машин на объекте обработки одним оператором составляет около 15 мин. Машины позволяют выполнять одновременно обрезку и снятие односторонней либо двухсторонней фаски плоской (LC-серия) или J-образной (USS-серия) формы.

Машины серий ISY и GPK с внутренним центратором и серий ISD и GPX с внешним центратором, выпускаемые фирмой «Zhejiang Aotai Machine Manufacturing Co., Ltd» (Wenzhou, Китай), позволяют выполнять обрезку труб, V- и U-образную разделку кромок труб и фланцев диаметрами 28–750 мм, толщиной стенки 15–75 мм из углеродистых и нержавеющей сталей.

Труборезы серии Super Cutter со стальным разъемным корпусом (фирма «GBC Industrial Tools s.p.a», Torbiato Di Adro, Италия) предназначены для обработки труб с толщиной стенки до 60 мм. Труборез стандартно оснащают массивными «плавающими» резцедержателями, которые компенсируют овальность торца трубы и погрешности при установке трубореза. Для отрезки трубы с одновременным снятием фаски в резцедержатели устанавливают отрезной и фасочный резцы. Труборезы оснащают пневматическими или гидравлическими приводами. Изготавливают девять моделей труборезов, которые охватывают диапазон диаметров труб от 152 до 1520 мм. Труборезы являются одними из лучших для обработки труб нефтегазопроводов.

Труборезы серии P3-SD предназначены для обработки труб с толщиной стенки до

Таблица 4. Техническая характеристика машин серии GA для разделки кромок труб

| Параметр | GA120 | GA170 | GA220 | GA320 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Внешний диаметр труб, мм | 19–114,3 | 56–170 | 110–225 | 216–330 |
| Габаритные размеры, мм | 405×380×230 | 455×430×233 | 520×495×230 | 691×600×254 |
| Масса, кг | 56 | 68 | 77 | 114 |

Таблица 5. Диапазон внутренних диаметров обрабатываемых труб, мм, в различных моделях машин для подготовки к сварке труб теплообменников

| MINI C | MINI Auto | BFM | STD | SBT 4 | SBT 5 | SM 12 | SM 20 | BM | BMX |
|---------|-----------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 12,4–42 | 2,4–42 | 10–73 | 20–76 | 39–104 | 49–203 | 100–306 | 249–502 | 100–501 | 380–876 |



Рис. 8. Машина 202TS для подготовки к сварке труб теплообменников

25 мм. Корпус труборезов выполнен из алюминиевого сплава. Девять моделей предназначены для обработки труб от 30 до 1350 мм. Помимо пневматического труборезы могут быть оснащены электрическим приводом.

Фирма «GBC Industrial Tools s. r. a» (Torbiato Di Adro, Италия) выпускает также разъемные труборезы серии МСА с алюминиевым корпусом для резки и разделки кромок стальных труб диаметром 23–510 мм. Труборезы могут иметь электрический, пневматический или гидравлический приводы.

Фирма «Th. Wortelboer B. V.» (Malden, Нидерланды) производит портативные машины серии RA (рис. 5) с электрическим или пневматическим приводом для резки и разделки кромок стальных труб диаметром 6–325 мм и толщиной стенки 0,6–10 мм.

Фирма «Аххair» (Etoile sur Rhone, Франция) выпускает настольные унифицированные машины для орбитальной резки, разделки кромок и сварки труб (рис. 6). Машины серии GA (табл. 4) предназначены для разделки кромок труб с толщиной стенки 2–8 мм за один оборот. Машины имеют электропривод с напряжением питания 110 или 220 В и могут иметь следящее устройство для точной обработки конца трубы. Режущий узел (рис. 7) содержит три карбидные режущие вставки.

Для подготовки к сварке труб с трубной решеткой применяют специальные машины, которые позволяют подготовить отверстия в трубной решетке (снять фаски) и отторцевать трубы, одновременно выравнивая их выступающие части по длине.

Фирма «Cevisa Beveling International Inc.» (Канада) производит машины для подготовки к сварке теплообменников

Таблица 6. Техническая характеристика машины 202TS

| Параметр | Значение |
|--|--|
| Максимальная толщина стенки трубки, мм | 4,8 |
| <i>Стандартный вариант</i> | |
| Диапазон внутренних диаметров монтируемых трубок, мм | 19,6–49,5 |
| Диапазон диаметров обрезаемых трубок, мм: | |
| минимальный внутренний | 19,6 |
| максимальный внешний | 85,7 |
| Диапазон диаметров рассверливаемых трубок, мм: | |
| минимальный внутренний | 25,4 |
| максимальный внешний | 50,8 |
| <i>Заказной вариант*</i> | |
| Диапазон внутренних диаметров монтируемых трубок, мм | 12,7–19,8 |
| Диапазон диаметров обрезаемых трубок, мм: | |
| минимальный внутренний | 12,7 |
| максимальный внешний | 30,2 |
| Диапазон диаметров рассверливаемых трубок, мм: | |
| минимальный внутренний | 12,7 |
| максимальный внешний | 19,1 |
| Диапазон диаметров удаляемых трубок, мм: | |
| минимальный внутренний | 12,7 |
| максимальный внешний | 60,3 |
| Диаметр вращающейся головки, мм | 50,8 |
| Двигатель | Пневматический (холостой ход 400 об/мин) |
| Пневмопитание: | |
| расход воздуха, л/с | 14 |
| давление, кПа | 621 |
| Масса, кг | 7,5 |

* Материал обрабатываемых трубок: среднеуглеродистые, хромистые и нержавеющие стали, медноникелевые сплавы, алюминий. Возможна обработка инконеля и некоторых других жаростойких сплавов

(табл. 5). Аналогичную машину 202TS выпускает фирма «Tri Tool Inc.» (Rancho Cordova, штат Калифорния, США; рис. 8, табл. 6). Эта портативная машина выполняет обрезку трубок, рассверливание внутреннего диаметра, съем фаски.

Выпускают также специальные машины для снятия наружной и внутренней фаски, торцовки трубы, расточки внутренней поверхности трубы для сварки с подкладным кольцом, удаления сварного шва между трубой и трубной решеткой (коллектором), удаления штуцеров и обработки экранов труб котлов и торцовки труб. Такие машины применяют для обработки труб с внутренним диаметром 14–325 мм и толщиной стенки 4, 12, 30 мм.

● #877

Весь арсенал сварщика!

Производство газосварочного и газобаллонного оборудования

- газовые регуляторы давления и расхода
- предохранительные и запорные устройства
- газокислородные резаки и горелки



НОВИНКА!

Газовоздушные горелки серии ГВ для кабельных и кровельных работ

НОВИНКА!



Профессиональные сварочные инверторы Tecnoparc (Ballero, Испания) для дуговой сварки электродами и сварки TIG

Комплексные поставки сварочного оборудования – газо- и электросварочное оборудование производства России, Франции, Италии и др. – сварочные материалы, принадлежности и средства защиты

Санкт-Петербург
+7-812-323-86-39

Москва
+7-495-745-26-99

СП ЗАО «КРАСС»
www.krass.spb.ru
KRASS

Единственный официальный представитель ЗАО «КРАСС» в Украине «Зкотехнология», г. Киев: (044) 200-80-56 (многоканальный)



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

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



Оборудование для термической обработки из Эссена
«Ваш партнер для проведения термообработки»

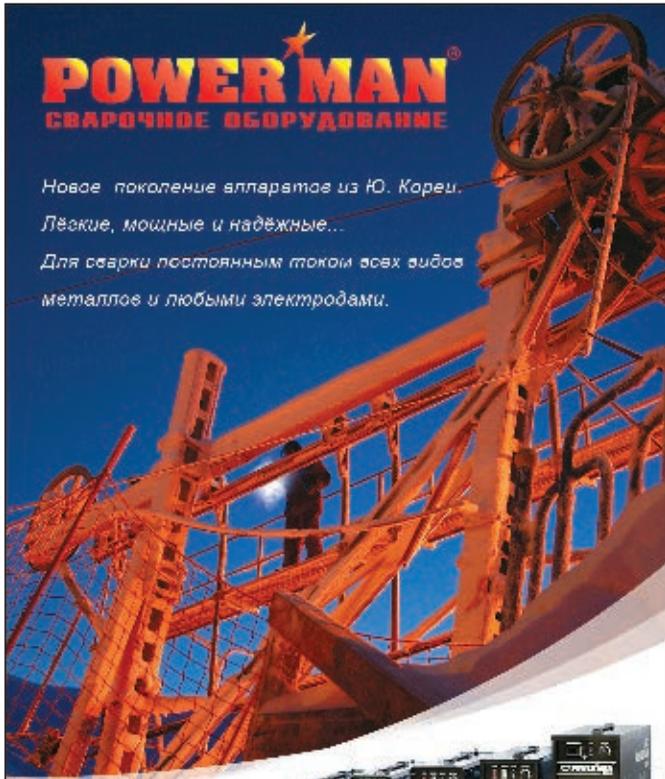
ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

Украина, 77311, Ивано-Франковская обл., г. Калуш-11, а/я 18
Т./ф. (03472) 6-03-30. E-mail: weldotherm@kl.if.ukrtel.net
www.weldotherm.if.ua

POWER MAN®
СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Новое поколение аппаратов из Ю. Кореи.
Легкие, мощные и надежные...
Для сварки постоянным током всех видов металлов и любыми электродами.



ROYAKS KOREA

(495) 229-37-37, 443-10-97
WWW.ROYAKS.RU

15 лет на рынке сварочного оборудования Украины



предприятие
«Триада-Сварка»
г. Запорожье

- Электрогазосварочное оборудование
- Горелки к полуавтоматам
- Электрододержатели
- Пусконаладочные работы
- Ремонт сварочного оборудования, в том числе сложного
- Технологическое обеспечение сварочных процессов
- Автоматизированные сварочные линии и комплексы
- Проволока алюминиевая марки Al Mg 5 Ø 1,2 мм, Al Si 5 Ø 1,2 мм



тел. (061) 233 1058, (0612) 34 3623,
(061) 2132269, 220 0079 e-mail: weld@triada.zp.ua
Сервисный центр (061) 270 2939. www.triada-weld.com.ua



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.



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, судостроительные, вагоностроительные предприятия, нефтегазовый комплекс, которым **мы всегда гарантируем стабильность поставок и самые низкие в СНГ цены.**

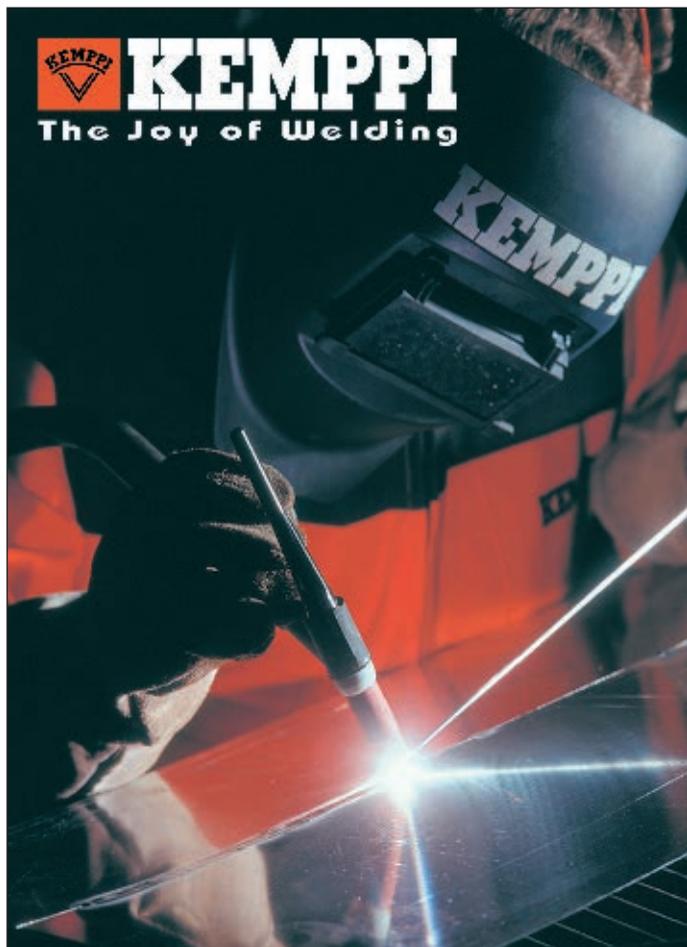
Благодаря тесному сотрудничеству с Институтом электросварки им. Е. О. ПАТОНА ОАО «Запорожстеклофлюс» освоил производство сварочных флюсов новым методом — двойным рафинированием расплава. Этот наиболее прогрессивный способ варки флюсов, защищенный патентами, существенно улучшил сварочно-технологические свойства флюсов при сохранении благоприятного соотношения качества к цене.

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 «Трансэнергом М», Москва.**
 Отгрузка со складов Белгорода, Москвы, Железнодорожная Курской обл.
 Тел. (095) 785-3622 — Коваленко Людмила Викторовна, Охенский Владимир Викторович
 Тел. (095) 330-0901 — Кащавцев Владимир Викторович, Кащавцев Юрий Викторович



КЕМРРИ
 The Joy of Welding

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ одного из ведущих мировых производителей ФИНСКОЙ КОМПАНИИ КЕМРРИ ОУ

- Инверторы для ручной дуговой сварки.
- Сварочные полуавтоматы MIG/MAG.
- Аппараты для сварки TIG.
- Роботизированные комплексы.
- Специализированные разработки для судостроения и тяжелой промышленности.



Компания «ВИСТЕК» — официальный представитель в Украине

Техническая поддержка, гарантийное обслуживание, ремонт, оригинальные запчасти.

Сварочные материалы производства «Артеммаш-Вистек»:

- Сварочные электроды АНО-6; -4; -21; МР-3; УОНИ 13/55; VISWELD.
- Сварочная проволока омедненная Св08Г2С на катушках, рядная намотка (15 и 5 кг), в бухтах 50-70 кг.
- Сварочная проволока неомедненная Св08Г2С (бухта 50-80 кг).



01033 Киев, ул. Жилианская 30 а, 12 эт. т. (044) 569 5656, ф. 569 5657
 www.vistec.kiev.ua e-mail: vistec@vistec.kiev.ua



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150 Киев, а/я 52 или позвонить по телефону (044) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Каков уровень потерь на разбрызгивание при механизированной сварке в CO₂? Что предлагается для его снижения?

В. И. Бондаренко (Киев), А. И. Серб (Конотоп)

Рис. 1. Зависимость потерь металла на разбрызгивание Ψ_p от силы тока $I_{св}$ при сварке в CO₂ на обратной полярности

При сварке в CO₂ разбрызгивание достигает более 10–12% и происходит в результате выброса мелких брызг при взрыве перемычки между электродом и каплей, отделения остатка жидкого металла от электрода, расплескивания ванны, выброса крупных капель при сильном взрыве перемычки, выброса капель из ванны, взрыва крупных капель на электроде и выброса разогретой и

оплавленной части электрода (при возбуждении дуги).

Во время сварки длинной дугой разбрызгиванию способствуют металлургические реакции в жидком металле, сопровождаемые выделением газов, а также реактивные силы испарения металла и плазменные потоки, выталкивающие капли за пределы сварочной ванны.

Основной причиной разбрызгивания металла при сварке в CO₂ с короткими замыканиями является электрический взрыв перемычки между электродом и ванной. С повышением напряжения дуги разбрызгивание усиливается, особенно в диапазоне средних значений силы тока (рис. 1).

Основные меры по уменьшению разбрызгивания при сварке в CO₂:

- применение источников питания с определенными динамическими свойствами, обеспечивающими оптимальные скорости нарастания силы тока короткого замыкания;
- принудительное управление переносом электродного металла импульсами сварочного тока;
- выполнение сварки с оптимальной скоростью;
- поддержание постоянной длины дуги за счет стабилизации напряжения источника питания, скорости подачи проволоки и размера вылета электрода;
- очистка проволоки от ржавчины, прокаливание ее при температуре 200–250 °С в течение 2 ч;
- применение электродной проволоки, легированной титаном и редкоземельными элементами, активированной проволоки.

Например, для снижения разбрызгивания А. В. Иванниковым (Санкт-Петербург) разработан новый способ и механизм подачи проволоки в сварочную горелку (см. статью: А. В. Иванников. «Новый механизм подачи проволоки для сварочных полуавтоматов». — «Сварщик в России». — №3. — 2007),

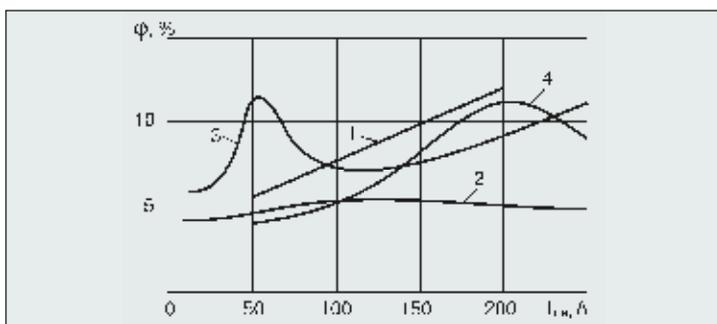
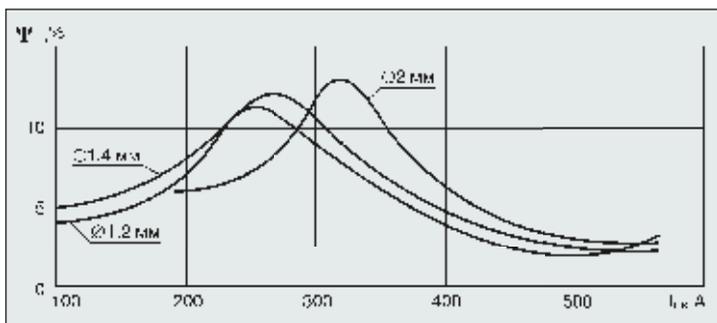
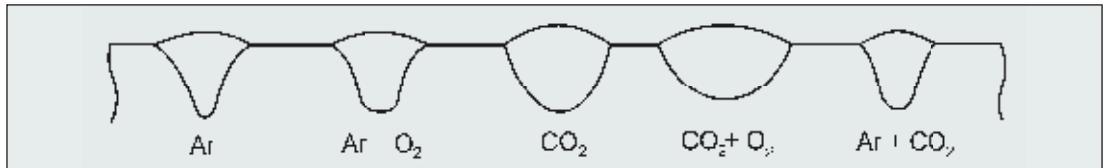


Рис. 2. Зависимость коэффициента потерь металла на разбрызгивание от силы сварочного тока при сварке в CO₂ проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм: 1 — допустимый коэффициент по ГОСТ 25616–83; 2 — при сварке с подачей проволоки новым механизмом МПК-1 в горелку через гибкий шланг длиной 3,5 м (по данным А. В. Иванникова); 3 — при сварке с подачей проволоки серийным четырехроликовым механизмом МПК-4-2 (с подающим устройством фирмы «Соортим») в горелку через гибкий шланг длиной 3,5 м; 4 — по данным А. Г. Потапьевского (ИЭС им. Е. О. Патона)

Рис. 3.
Влияние
защитного
газа
на форму
проплавления



что исключает блуждающий электрический контакт с проволокой по длине токоподводящего наконечника и обеспечивает устойчивое положение электрода и напряжения дуги в процессе сварки. Как утверждает автор, в диапазоне значений силы сварочного тока (20–500 А) существенно изменяется характер переноса электродного металла в сварочную ванну: резко уменьшается и стабилизируется размер переносимых капель электродного металла. Установлено также, что при этом стабилизируется сварочная ванна и процесс горения дуги, прекращаются всплески крупных капель жидкого металла, составляющих большую часть набрызгиваемого металла на поверхности сварных соединений. Мелкие капли электродного металла, которые не попали в сварочную ванну, благодаря крайне низкому их теплосодержанию либо скатываются с поверхности изделия, либо легко удаляются металлической щеткой. Значительно снижается забрызгивание токоподводящих наконечников и сопел горелок.

При использовании проволоки широкого диапазона диаметров (0,8–1,6 мм) при сварке сталей в CO_2 во всех пространственных положениях улучшается формирование швов и становится возможной сварка с пониженными дугowymi напряжениями и плотностью тока до 40 А/мм^2 и менее.

Результаты испытаний показаны на рис. 2.

Некоторого улучшения процесса сварки в CO_2 достигают за счет использования газовой смеси 60–80% CO_2 +20–40% O_2 . Добавки кислорода позволяют:

- улучшить перенос металла в сварочную ванну за счет снижения эффективного потенциала ионизации смеси, а следовательно, несколько снизить забрызгивание металла;
- получить большее окисление капли, в результате чего брызги практически не привариваются к поверхности свариваемого металла, а трудоемкость зачистки швов существенно снижается;
- уменьшить склонность швов к образованию пор и трещин, несколько улучшить механические свойства при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей.

В последние десятилетия широкое распространение получили смеси на основе аргона с добавками кислорода или углекислого газа, а также кислорода и углекислого газа. Эти добавки стабилизируют дугу, швы имеют гладкую ровную поверхность без подрезов, с плавным переходом к основному металлу и благоприятную форму проплавления (рис. 3).

Введение в аргон 1% O_2 уже способствует стабилизации формирования шва, а при добавке 5% пере-

нос металла улучшается, что существенно уменьшает разбрызгивание. Присутствие слабоокислительной среды понижает поверхностное натяжение расплавленного металла, в результате снижается пористость и улучшается конфигурация шва.

При использовании смеси 80% Ar +20% CO_2 имеет место струйный перенос практически без разбрызгивания металла и обеспечивается чашеобразный профиль проплавления основного металла, подобный наблюдаемому при сварке в углекислом газе. При использовании для защиты зоны дуги газовой среды с содержанием более 30% CO_2 и менее 70% Ar горение дуги и перенос электродного металла подобны горению дуги и переносу электродного металла при сварке в чистом CO_2 . В настоящее время сварку в смесях на основе аргона с добавками O_2 и CO_2 следует рассматривать как альтернативу сварке в CO_2 .

Практика сварочного производства показывает, что при сварке в газовой смеси, состоящей из 70–80% Ar и 20–25% CO_2 , разбрызгивание металла значительно меньше, чем при сварке в чистом CO_2 .

Важным достоинством газовых смесей на основе аргона является возможность обеспечения при их использовании высоких механических свойств сварных швов, особенно хладостойкости, по сравнению с механическими свойствами сварных швов, полученных при сварке в CO_2 .

Особо следует отметить высокие значения ударной вязкости металла при отрицательных температурах. Достаточно высоки также показатели стойкости швов, сваренных в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$, против зарождения и развития хрупкого разрушения. Представляют интерес и сведения о повышении в два раза и более циклической долговечности сварных соединений, выполненных в смеси защитных газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$.

Хотя газовые смеси на основе аргона имеют более высокую стоимость, чем CO_2 , при их использовании достигают существенного экономического эффекта за счет снижения расхода сварочной проволоки, уменьшения потерь проволоки на разбрызгивание, снижения трудовых затрат на чистку сварных соединений от приваренных брызг, повышения производительности труда сварщиков на 10–20%. В настоящее время объемы применения сварки в смесях на основе аргона имеют устойчивую тенденцию к росту. Это можно объяснить как снижением цен на CO_2 и смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$, так и стремлением производителей сварных конструкций выпускать продукцию высокого качества.

• #878



V Региональный открытый конкурс профессионального мастерства сварщиков

состоится 19–22 августа 2008 г. в Одессе
на учебно-аттестационной базе ОИАЦ «Прометей»

На конкурсе будут определены лучшие сварщики
в следующих номинациях:



ручная дуговая сварка покрытым электродом (111);



дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141);



*дуговая сварка металлическим плавящимся электродом
в активных газах (135).*

Победители V Регионального открытого конкурса
профессионального мастерства сварщиков награждаются:

- 1. Денежными премиями и ценными подарками.**
- 2. Дипломами Общества сварщиков Украины.**
- 3. Международными сертификатами сварщика «Bureau Veritas».**

**Организатор конкурса —
Общество сварщиков Украины.**

**Фирмы, организации и заинтересованные лица,
желающие принять участие в организации и проведении конкурса,
спонсорстве и рекламе своей продукции,
могут обращаться в Оргкомитет конкурса.**

Заявки на участие в конкурсе принимаются **до 1 августа 2008 г.** по адресу:
65003 г.Одесса, Газовый переулок 4, Одесское областное ОСУ,
Оргкомитет конкурса, тел/факс: 741-14-66, тел.: 741-14-85, 723-37-40
e-mail: svarka.office@gmail.com

Докажи Одессе, что ты профессионал!

Условия проведения конкурса

К участию в конкурсе допускаются дипломированные сварщики в возрасте старше 18 лет, обладающие знаниями и опытом работы по сварке способом, представленным на конкурсе.

Для оформления заявки необходимо заполнить регистрационную карточку и направить ее в Оргкомитет конкурса, а также внести регистрационный взнос по каждой номинации (способу сварки): для граждан Украины — в размере **600 грн.** (для членов ОСУ — **500 грн.**); для иностранных граждан — **200 Евро**, сопровождающие лица — **100 грн.**

Без оплаты регистрационного сбора сварщики к участию в конкурсе не допускаются. В случае отказа кандидата от участия в конкурсе регистрационный сбор не возвращается. Проезд иногородних участников до г. Одессы и обратно, а также проживание — за счет участника.

Порядок проведения конкурса

В состав жюри конкурса входят эксперты Украинского аттестационного комитета сварщиков и ведущие специалисты по сварке.

По каждой номинации конкурс проводится в II тура:

I тур — демонстрация теоретических знаний;

II тур — демонстрация практических навыков по выбранному способу сварки.

Каждый участник конкурса может принять участие в нескольких номинациях. Демонстрация теоретических знаний и практических навыков участником в каждом туре допускается только один раз. Результаты, показанные участниками в каждом туре, оцениваются по балльной системе. Проверка теоретической подготовки проводится методом тестирования (порядка 50 вопросов). Практические навыки сварщиков оцениваются по следующим пяти показателям: 1) подготовка рабочего места и соблюдение требований охраны труда; 2) соблюдение технологии сборки и сварки контрольного соединения; 3) качество сварного шва по результатам внешнего осмотра и измерения; 4) качество сварного шва по результатам радиографического контроля; 5) время сварки контрольного соединения. Победители конкурса определяются по сумме баллов, набранных в I и II турах.

Оргкомитет конкурса обеспечивает каждого участника сварочными материалами, спецодеждой и инструментом для демонстрации практических навыков и тренинга в течение 30 минут перед II туром. Участник имеет право использовать свою спецодежду и инструмент.

Программа конкурса

I тур. Демонстрация теоретической подготовки:

Для определения уровня знаний сварщика перечень выносимых на тестирование вопросов включает в себя сведения из следующих разделов программы подготовки сварщиков:

1. Основы сварки плавлением (сущность процессов, напряжения и деформации при сварке, понятие и показатели свариваемости).
2. Сварные соединения и швы (классификация, положения при сварке, разделка кромок под сварку).
3. Основные и сварочные материалы (характеристики и области применения, классификация).
4. Сварочное оборудование (назначение, типы, устройство и правила эксплуатации).
5. Технология выполнения сварных соединений металлоконструкций и трубопроводов.
6. Контроль качества сварных соединений (методы контроля, нормы оценки качества).
7. Организация сварочных работ, охрана труда и техника безопасности при выполнении работ.

II тур. Демонстрация практических навыков:

Номинация — *ручная дуговая сварка покрытым электродом (111):*

- сварка стыковых соединений пластин $t=10$ мм из низкоуглеродистой стали в потолочном положении (PE ss nb);
- сварка стыковых соединений трубных элементов D 76×4 (T/BW) из низкоуглеродистой стали в неповоротном положении (H-L045 ss nb).

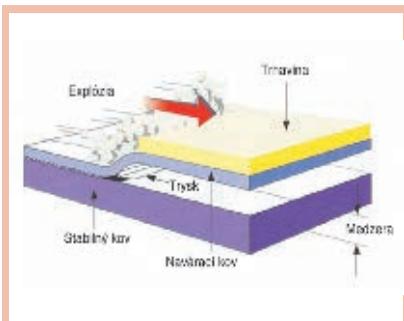
Номинация — *дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141):*

- сварка стыковых соединений трубных элементов D 45×4 (T/BW) из высоколегированной стали в неповоротном положении (PF ss nb);
- сварка стыковых соединений трубных элементов D 42×3 (T/BW) из низкоуглеродистой стали в неповоротном положении (PF ss nb).

Номинация — *дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135):*

- сварка стыковых соединений пластин $t=12$ мм из низкоуглеродистой стали в вертикальном (PF ss nb) и горизонтальном (PC ss nb) положениях.

Содержание № 1–2008 г. журнала ZVARAC



M.Turna, P.Nesvadba, Z.Turnova
Сварка взрывом

Принцип технологии сварки. Механизм образования шва. Параметры и условия сварки. Подготовка материалов к сварке. Свариваемость. Выполнение соединений. Контроль качества шва. Примеры из практики.

стр. 3



Е.Ф.Переплетчиков, И.А.Рябцев
Плазменно-порошковая наплавка
деталей запорной арматуры раз-
личного назначения

В энергетическом, нефтехимическом, судовом и общем машиностроении широко применяют наплавку деталей запорной арматуры. В зависимости от назначения и условий эксплуатации деталей арматуры выбирают...

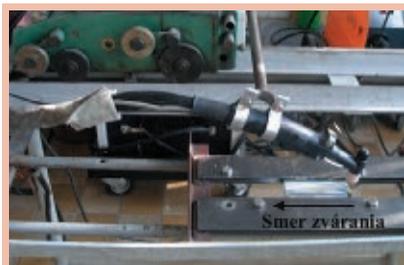
стр. 23



L. Vehner
Гидроэлектростанция Malka Wakana
в Эфиопии

Эфиопия — необыкновенно красочная и пестрая страна. Ощутить это человек сможет только тогда, когда хотя бы ненадолго придет сюда. Страна интересна для геологов, этнографов, ботаников, захватила она и нас, группу сборщиков, сварщиков и инженеров из Чехословакии.

стр. 45



P. Sejc
Свойства стыковых сварных соедине-
ний, выполненных на оцинкован-
ных листах типа DP 600 плазменной
дугой

Высокопрочная микролегированная сталь. Сварка оцинкованных листов. Сварка плазменной дугой. Параметры сварки. Структура сварного соединения. Механические свойства стыковых соединений.

стр. 11



I. Píkna
Сварка нержавеющей дуплексной
стали лазерным лучом

Дуплексная аустенитно-ферритная сталь. Сварка дуплексной стали лазерным лучом с использованием совмещенной (синхронной) термической обработки. Влияние формирования и фаз на свойства сварного соединения.

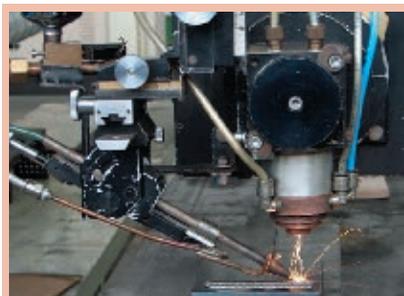
стр. 31



Сварочная школа №062 в Истебне

Во время наших путешествий мы в январе этого года приняли приглашение директора сварочной школы №062 в Истебне. Сварочная школа расположена на территории бывшего Оравского ферросплавного завода в Истебне.

стр. 54



F. Kolenic, M.Kosecek, D. Drimal
Опытный лазерный участок
для инженерии поверхности

Статья представляет характеристику и практические возможности модульного опытного участка лазерной наплавки и поверхностной закалки для дальнейшего прогресса в области инженерии поверхности.

стр. 17



Премия за лучшую докторскую
диссертацию за 2007 год

8 февраля 2008 года на территории резиденции общества «Фрониус-Словакия» на улице Нитрианской, 5 в Трнаве проходило торжественное объявление итогов конкурса «Лучшие докторские диссертации года».

стр. 34

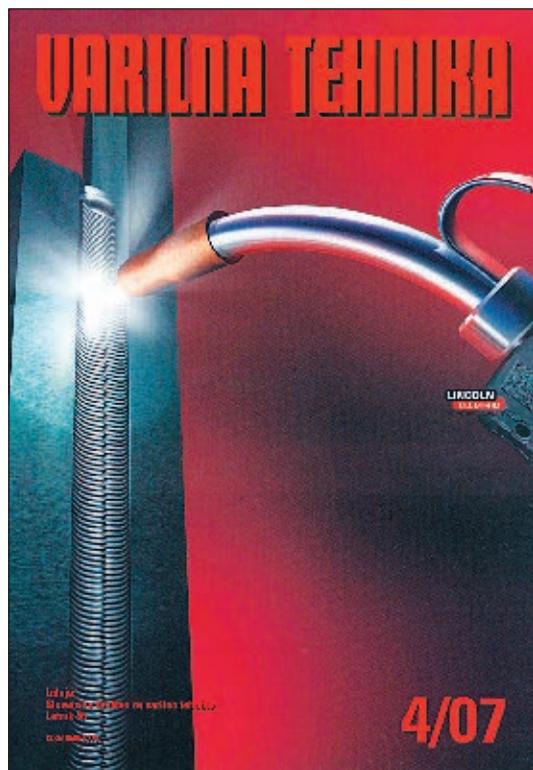


Три роботов с управляемым
концептом

Группа производителей промышленных лестниц изучила продукцию некоторых поставщиков и пользователей роботов, а также множество вариантов производственных систем. Производитель лестниц фирма «НАСА» из Bad Camberga решила применить в производстве полностью роботизированную сварочную линию.

стр. 58

Содержание № 4–2007 г. журнала VARILNA TEHNIKA



| | | | |
|---|----|--|----|
| Новинки | 4 | Novosti | 4 |
| По страницам литературы | 7 | Preporuke literature | 7 |
| Стандарты | 12 | Standard | 12 |
| Новости | 16 | Novosti | 16 |
| Обучение методам неразрушающего контроля | 18 | Učebnjak in kontroliranje | 18 |
| I. Lakota, M. Bregant, M. Solar. Порошковые проволоки | 21 | ICTI cables | 21 |
| M. Uran, I. Gomilsek, I. Polajnar. Описание технологии точечной контактной сварки корпусов автомобилей | 29 | Point-to-point contact welding | 29 |
| L. Quintino, R. Ferraz, I. Fernandes. Международная система подготовки персонала | 39 | International personnel training system | 39 |
| Содержание журнала VARILNA TEHNIKA за 2007 год | 48 | Content of the journal VARILNA TEHNIKA for 2007 | 48 |

22-я Международная конференция

Технологии модификации поверхности SMT 22

22–24 сентября 2008 г. (Trollhattan, Швеция)

Тематика конференции:

- Современные тенденции в термическом распылении.
- Моделирование и диагностика.
- Износ и коррозия / окисление.
- Лазерные и гибридные процессы.
- PVD, CVD, покрытия и наноматериалы.
- Наплавка, в том числе лазерная.
- Неразрушающий контроль и управление процессами.
- Достижения в промышленном применении в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, судостроении и электронике.
- Искусство обработки поверхности.

Секретариат конференции:

Mrs. Marianne Rugard Jarvstrat,
University West, PTC
46186 Trollhattan – Sweden
Тел. +46-709 906 923,
факс +46-52022 30 99
E-mail:
marianne.rugard-jarvstrat@hv.se



ГНПП «ОБЪЕДИНЕНИЕ КОММУНАР»

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ инверторное сварочное оборудование серии ВДУЧ

г. Харьков, 61070, ул. Григория Рудика, 8
тел. (057) 702-99-49, факс (057) 757-07-91
e-mail: sbyt@tvset.com.ua, kommunar@tvset.com.ua
www.tvset.com.ua

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ



- Высокое качество сварки
- Экономичность потребления электроэнергии (1500 кВт в месяц на один ВДУЧ)
- Повышенная безопасность
- Повышенная надежность при развитой системе защиты
- Плавное регулирование силы сварочного тока
- Универсальность выходных вольт-амперных характеристик ВАХ
- Широкий диапазон рабочих температур (от -40 до +40 °С)
- Механическое исполнение (группы М3, М18)
- Небольшие габариты и масса



Днепрометиз

Группа предприятий «Северсталь-метиз»

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

e-mail: sale@dm.severstalmetiz.com

т/ф: (0562) 34-82-24, 35-83-69, 35-81-50

Украина, 49081, г. Днепропетровск, пр. им. 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-6
АНО-21
УОНИ

**ГВОЗДИ
БОЛТЫ
ГАЙКИ
ШАЙБЫ**

www.dneprometiz.com.ua



ТОРСИОН

**ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ,
ТОКОПРОВОДЯЩИЕ НАКОНЕЧНИКИ, КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
ДЛЯ ГОРЕЛОК ДУГОВОЙ СВАРКИ, КОМПЛЕКТУЮЩИЕ К
ПЛАЗМОТРОНАМ, ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ К СВАРОЧНЫМ
ПОУЗЛОВОМЫМ**



ИЗДЕЛИЯ ИЗ МЕДИ И ЕЁ СПЛАВОВ

87504, Украина, г. Мариуполь Донецкой обл.
тел. (0629) 43-55-66, 40-48-80; ф. (0629) 47-38-79
e-mail: torsion@mariupol.net

ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

Киев 03150 ул. Антоновича (Горького), 62
тел./ф. +380 44 200-8056 (многоканальный)
comeco@svitonline.com, eqiup@et.ua



ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

Лучшие сварочные материалы, оборудование,
аксессуары, квалифицированный персонал,
технологическое сопровождение.

Более 1000 наименований
продукции промышленного назначения.

Доступные цены,

стимулирование долгосрочного сотрудничества,
склады в Киеве и по всей Украине.

www.et.ua

СВАРКОНТАКТ

официальный дистрибьютор
компании Lincoln Electric Europe

LINCOLN
ELECTRIC

источники тока серии Invertex, Powertec, STT,
Power Wave

полуавтоматические и автоматические
механизмы подачи проволоки

сварочные агрегаты

системы плазменной резки

сварка под флюсом

экологические
системы



т./ф.: 8 (057) 719-24-45, 751-86-27
www.svarkontakt.com.ua info@svarkontakt.com.ua
61010, г. Харьков, въезд Ващенкоковский, 16-А



ЗАТ "КИСНЕВИЙ ЗАВОД"

УСІ ВИДИ
ПРОМИСЛОВИХ
ТА ХАРЧОВИХ
ГАЗІВ



тел.: (044) 408 4821
(044) 497 1384
<http://oxyd.kiev.ua>

03061, м. Київ
пр. Відрадий, 93/2

Электромагнитная безопасность в сварочном производстве

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, В. К. Левчук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Постоянный рост объемов применения электрического оборудования в промышленности приводит к увеличению количества работников, подвергающихся вредному воздействию на их организм электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых этим оборудованием. Поэтому сегодня особое внимание следует уделять вопросу электромагнитной безопасности.

В последнее время, когда огромные преимущества использования электричества в повседневной жизни бесспорны, общественность все больше озабочена потенциальным риском для здоровья от воздействия ЭМП в диапазоне очень низких частот, главным образом 50/60 Гц и выше. Следует учитывать, что на рабочих местах при определенных условиях персонал подвергается более сильному воздействию ЭМП, чем население в целом.

Влияние ЭМП на сварщиков. Объектом особого внимания в последнее время стал вопрос о вредном воздействии ЭМП на организм сварщиков. В документах Международного института сварки (МИС) отмечено, что сварщики — это одна из групп рабочих, которые подвергаются действию ЭМП большой интенсивности. Возникающие в связи с этим проблемы до сих пор окончательно не решены.

В 1998 г. вопросы вредного влияния ЭМП на организм сварщиков рассматривали в МИС, в результате чего было сделано важное заявление комиссии VIII МИС «Здоровье и безопасность». Главные выводы данного заявления заключаются в том, что электрическое сварочное оборудование и источники питания создают ЭМП, которые могут воздействовать на сердечно-сосудистую систему, вызывать функциональные изменения нервной, эндокринной, половой и других систем. Имеются также данные, свидетельствующие о том, что ЭМП обладают и канцерогенным эффектом. Вместе с тем ЭМП не защищают человека ни от какого-либо другого вредного для здоровья воздействия.

Считают также, что в высокочастотной области в большинстве случаев допустимо совместное рассмотрение действий электрических (ЭП) и магнитных (МП) полей как единого ЭМП. При этом напряженность ЭП внутри тела, как правило, значительно ниже напряженности внешнего ЭП, а внутреннее МП практически совпадает с внешним МП. Согласно закону Фарадея, магнитные поля, которые изменяются во времени, создают в теле элект-

рические поля. Таким образом, существует пропорциональность между изменяющейся во времени плотностью магнитного потока и плотностью токов внутри тела, вызванных этим полем и электрической проводимостью тканей.

Напомним, что деление ЭМП на электрическую и магнитную составляющие относительно, оно зависит от условий наблюдения и возможно только при макроскопическом рассмотрении явлений. Поскольку можно создать условия, при которых проявляется одна из составляющих ЭМП, возможно и раздельное изучение ЭП и МП. Это соответствует ряду практических задач, когда в электротехническом устройстве представляет интерес определение только одного из полей.

Результаты проведенных измерений уровней ЭМП на рабочих местах при различных способах электрической дуговой и контактной сварки показывают, что в большинстве случаев фиксируются значимые для организма человека величины только магнитной составляющей ЭМП. Поэтому применительно к сварке первоочередной оценке подлежит только МП.

При соблюдении допустимых значений экспозиций, установленных на основании современных медицинских знаний о воздействии ЭМП на организм, угрозу здоровью можно исключить с высокой надежностью.

Источники МП. Сварочная дуга, источник сварочного тока, а также сварочные кабели во время сварки могут быть причиной радиочастотных излучений, которые могут создавать проблемы не только для сварщика, но и для чувствительного электронного оборудования, для радио- и телекоммуникаций.

Определенная опасность для сварщиков заключается в том, что сварочное оборудование может быть расположено близко к сварщику, а сварочные кабели, создающие магнитные поля более 200 мкТ, часто могут быть в прямом контакте с его телом (для сравнения — статическое МП Земли составляет около 50 мкТ).

Большие объемы сварки связаны с использованием постоянного тока, например MIG/MAG-сварки, которая в настоящее время является наиболее распространенным видом. МП, создаваемое постоянным током, имеет меньшее влияние на здоровье сварщика.

При сварке пульсирующей дугой работу источника питания регулируют таким образом, чтобы с помо-

щью создаваемых импульсов происходил отрыв капели металла с торца электрода. В этом случае также создаются МП с частотой излучений от 50 до 200 Гц.

Применение мощных полупроводников во многом определило развитие источников питания, в которых для управления сварочным током используют тиристоры и транзисторы. Именно с их помощью выпрямляют переменный ток промышленной частоты 50 Гц, а также создают пульсации сварочного тока, а соответственно и сигналов МП с частотой 0–1000 Гц. Например, при сварке на постоянном токе с низкочастотной амплитудной модуляцией режима, преследующей различные, часто неоправданные и недостижимые цели (связанные с изменением формы проплавления, направленной кристаллизацией металла сварочной ванны и пр.), расширяют спектр магнитных излучений до 1000 Гц.

При фазовом регулировании выпрямленного сварочного тока частотный диапазон существенно значимых с точки зрения магнитной безопасности гармоник МП составляет 0–600 Гц. Фазовое регулирование переменного сварочного тока частотой 50 Гц смещает спектр МП вправо (до 250 Гц), что может привести к превышению предельно допустимых уровней ПДУ.

Мощные источники сварочного тока могут создавать на рабочих местах переменные МП с частотным диапазоном 0–100 кГц.

По данным отечественных исследований, выполненных в 1970-е годы, при ручной дуговой сварке напряженность магнитного поля не превышала 300 А/м (это значительно ниже предельно допустимых уровней магнитных полей промышленной частоты 50 Гц). При эксплуатации оборудования для контактной сварки напряженность МП значительно выше (тысячи ампер на метр), что представляет опасность для сварщиков. Амплитудное значение напряженности МП на рабочем месте сварщика зависит от силы сварочного тока, размеров и формы сварочного контура, а также от расстояния между рабочим и источником поля.

До 2002 г., согласно действующим тогда нормам, напряженность МП нормировали только для частоты 50 Гц и рассматривали оборудование для контактной сварки на переменном токе частотой 50 Гц (машины типа МТ, МТП, МТР, МТПП и др.). В зависимости от назначения и конструкции источников оборудование для контактной сварки их условно делили на три группы: стационарное стыковое; стационарное точечное и шовное; подвесные сва-

рочные клещи. Рабочие места сварщиков располагали в непосредственной близости от исполнительного инструмента, обтекаемого электрическим током силой 1–50 кА; при этом напряженность МП составляла от 0,5 до 40 кА/м. Основными источниками МП в рабочей зоне являются открытые изделия достаточной протяженности и замкнутой формы: токопроводящие шины, электроды, ролики, кабели, переключки сварочных подвесных клещей.

При эксплуатации оборудования первой и второй групп напряженность МП не превышала предельно допустимых уровней, исключение составляла стыковая сварка изделий замкнутой формы и точечная при больших значениях силы тока (более 10 кА). Особенно значительные превышения уровней МП фиксировали при работе оборудования третьей группы (напряженность МП более 40 кА/м).

При электронно-лучевой сварке в результате возбуждения атомов анода электронами высоких энергий создается вторичная ионизирующая радиация — рентгеновское (X-ray) излучение, очень опасное для человека.

Во время лазерной резки и сварки используют высокоинтенсивное световое излучение в инфракрасном диапазоне. При этом возникает электромагнитное излучение в инфракрасном, видимом и ультрафиолетовом диапазонах такой интенсивности, что это опасно для глаз и незащищенной кожи. Поэтому при работе применяют защитные экраны и очки.

Нормирование МП. Согласно новым санитарным нормам ДСН 3.3.6.096–2002, уровни постоянных магнитных полей на протяжении рабочего дня не должны превышать 8 кА/м. Для магнитных полей, создаваемых выпрямленным трехфазным током, ПДУ определяют по формуле

$$H_{\text{ПД}} = \sqrt{\frac{EH_{\text{ПД}}}{T}}, \quad (1)$$

где $H_{\text{ПД}}$ — предельно допустимое значение напряженности магнитного поля, кА/м; $EH_{\text{ПД}}$ — предельно допустимое значение энергетической нагрузки на протяжении рабочего дня, равное $144 \text{ кА}^2 \cdot \text{ч}/\text{м}^2$; T — время влияния, ч.

Уровни магнитного поля частотой 50 Гц при постоянном влиянии не должны превышать 1,4 кА/м на протяжении рабочего дня (8 ч). Исходя из формулы (1), регламентировано время пребывания человека в магнитном поле, напряженностью выше 1,4 кА/м (табл. 1).

Таблица 1. Предельные значения уровней МП

| Параметр | Время пребывания персонала, ч | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Напряженность магнитного поля, кА/м | 6,0 | 4,9 | 4,0 | 3,2 | 2,5 | 2,0 | 1,6 | 1,4 |
| Магнитная индукция, мТл | 7,5 | 6,13 | 5,0 | 4,0 | 3,13 | 2,5 | 2,0 | 1,75 |

ПДУ для переменного магнитного поля частотой 50 Гц при локальном влиянии на кисти рук рассчитывают по формуле

$$H_{\text{пд.лок}} = 5H_{\text{пд.общ}}, \quad (2)$$

где $H_{\text{пд.лок}}$ — ПДУ переменного магнитного поля частотой 50 Гц при локальном влиянии (кисти рук), А/м; $H_{\text{пд.общ}}$ — ПДУ переменного магнитного поля частотой 50 Гц при общем влиянии, А/м (см. табл. 1).

ПДУ напряженности импульсных магнитных полей в спектральном диапазоне частот от 0 до 1000 МГц на рабочих местах персонала следует определять исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени влияния по формуле (1).

Предельные амплитудные значения напряженности, энергетической нагрузки и времени воздействия МП в спектральных диапазонах частот приведены в табл. 2.

Анализ этих норм свидетельствует о том, что проведение по ним оценки уровней МП, в отличие от старых норм, может выявить существование сигналов МП и в других частотных диапазонах (0–5, 5–50, 50–100 Гц и 1–10 кГц), для которых предполагается спектральный анализ сигналов МП. Причем, в отличие от старых норм, требования для диапазона 50–10000 Гц существенно ужесточили (в 10–15 раз). Поэтому те МП, которые ранее считали безопасными, сейчас могут стать опасными, т. е. превышать новые ПДУ.

Таким образом, с принятием новых санитарных норм в Украине появилась неотложная необходимость в проведении всесторонней гигиенической оценки МП, создаваемых сварочным оборудованием, в соответствии с новыми санитарными нормами, используя соответствующие методики и приборы.

Последние результаты. Исследования, выполненные в ИЭС им. Е. О. Патона с учетом вышеизложенного, показали, что при разных способах дуговой и контактной сварки в зависимости от физических особенностей и параметров сварочных процессов, конструктивных особенностей и принципа действия источников сварочного тока в рабочей зоне могут создаваться МП широкого частотного состава, которые при определенных условиях могут превышать ПДУ. В частности, превышение ПДУ отме-

чали при механизированной сварке в углекислом газе на режиме с короткими замыканиями дугового промежутка, при ручной дуговой сварке алюминия в аргоне на переменном токе, ручной дуговой сварке покрытыми электродами на постоянном токе с амплитудной модуляцией режима сварки.

В результате этих исследований были установлены причины превышения ПДУ. Они заключаются в том, что спектральный состав МП при дуговой сварке, в основном, определяется способом сварки, особенностями горения дуги и характером переноса электродного металла в дуговом промежутке, а также выходными параметрами источников питания сварочной дуги (трансформаторов, выпрямителей, преобразователей и дополнительных электрических приспособлений, входящих в состав сварочной цепи).

При контактной электросварке (стыковой, точечной, дуго-стыковой и конденсаторной) многократные превышения ПДУ в диапазоне 0–1000 Гц объясняются формой кривой сварочного тока (импульсно-прерывистой), обуславливающей сплошной характер спектра, содержащего большое количество интенсивных гармоник. Причинами превышения ПДУ являются также чрезмерно завышаемые по мощности режимы сварки, параметры термомеханических циклов работы контактных машин и их конструктивные особенности (длительность импульсов, количество пачек импульсов, угол фазового регулирования и модуляция сварочного тока, размеры сварочного контура и его ориентация относительно рабочей зоны, $\cos\phi$ и др.), т. е. необоснованные с точки зрения безопасности труда технологические и конструкторские решения разработчиков сварочного оборудования и технологий.

Методы защиты от МП. Для защиты сварщиков от неблагоприятного воздействия ЭМП обычно предусматривают следующие мероприятия:

- организационные;
- инженерно-технические;
- лечебно-профилактические.

Организационные мероприятия заключаются в выборе режимов работы излучающего оборудования, которые обеспечивают уровень излучения, не превышающий ПДУ, ограничении места и времени нахождения сварщика в зоне опасного действия МП (защита расстоянием и временем), обозначении и ограждении зон с повышенным уровнем электромагнитного излучения.

Защиту временем применяют, когда нет возможности снизить интенсивность электромагнитного излучения в данной точке до ПДУ.

Если электромагнитное излучение невозможно ослабить никакими мерами, в том числе и защитой временем, используют защиту расстоянием. Это достигается за счет автоматизации или применения дистанционного управления технологическими

Таблица 2. Предельные значения параметров МП

| Параметр | Спектральный диапазон частот, кГц | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------|--------|------|-------|
| | 0–5 | 5–50 | 0,05–1 | 1–10 | 10–60 |
| $H_{\text{пд}}$, А/м | 30000 | 10000 | 850 | 100 | 85 |
| $E_{\text{нпд}}$, (А/м) ² ·ч | $1,4 \cdot 10^8$ | $1,6 \cdot 10^7$ | 70000 | 1300 | 900 |
| $H_{\text{пд}}$, А/м на 8 ч | 4200 | 1400 | 94 | 13 | 11 |
| T, ч (при $H_{\text{пд}}$) | 0,16 | 0,16 | 0,10 | 0,13 | 0,12 |

Примечание. Во всех случаях при указании диапазонов частот каждый диапазон исключает нижнюю и включает верхнюю границу частоты.

процессами сварки, что исключают обязательное присутствие сварщиков вблизи источников излучения. При этом учитывают, что интенсивность электромагнитного излучения обратно пропорциональна квадрату расстояния.

Для каждой сварочной установки, излучающей электромагнитную энергию, должны быть определены зоны, в которых интенсивность излучения превышает ПДУ. Границы зон определяют с помощью замеров напряженности МП или расчетным методом для каждого конкретного случая размещения источников ЭМП при их работе с максимальной мощностью излучения. Зоны ограничивают блестящей краской и делают предупреждающие надписи «Не пересекать линию, опасно для здоровья».

Инженерно-технические защитные мероприятия строятся на использовании явления экранирования ЭМП непосредственно в местах пребывания человека либо на мероприятиях по ограничению эмиссионных параметров источников поля. Последнее, как правило, применяют на стадии разработки изделия, являющегося источником ЭМП.

Один из основных способов защиты от ЭМП — их экранирование в местах пребывания человека. Обычно подразумевают два вида экранирования: экранирование источников ЭМП от людей и экранирование людей от источников ЭМП. В обоих случаях в качестве электромагнитных экранов используют замкнутые или незамкнутые металлические оболочки, экранирующее действие которых обусловлено поглощением ЭМП в толще экрана.

Экранирующее действие усиливается с увеличением толщины стенки экрана, частоты, удельной проводимости и магнитной проницаемости материала экрана. При высоких частотах экран обычно изготавливают из хорошо проводящего материала (медь, алюминий), при низких — из ферромагнитного материала. Теоретически толщина стенки экрана должна быть того же порядка, что и длина волны в материале экрана. Практически толщина стенки экрана всегда меньше длины волны в проводящей среде, поскольку получаемое при этом ослабление поля в 2–10 раз вполне достаточно для технических целей.

Кроме защитных экранов, в случае необходимости также используют средства индивидуальной защиты.

На рабочем месте сварщика электродный и рабочий кабели нужно протягивать вместе и ни в коем случае не давать возможности электродному или любому другому кабелю обвивать тело рабочего.

Лечебно-профилактическое обеспечение включает следующие мероприятия:

- организация и проведение контроля выполнения гигиенических нормативов, режимов работы персонала, обслуживающего источники ЭМП;
- выявление профессиональных заболеваний, вызванными неблагоприятными факторами окружающей среды;
- разработка мер по улучшению условий труда и быта персонала, по повышению устойчивости организма работающих к воздействиям неблагоприятных факторов среды.

Новые рекомендации (технологические). В ИЭС им. Е. О. Патона на основании выполненных исследований предложены свои рекомендации по минимизации воздействия МП на сварщиков.

С целью снижения напряженности МП технологом и разработчиком сварочного оборудования рекомендуют обратить большее внимание на физические особенности используемых способов сварки с точки зрения магнитной безопасности их применения.

При разработке новых сварочных технологий и оборудования необходимо учитывать получаемую в конечном итоге форму кривой сварочного тока с точки зрения обеспечения оптимального амплитудного спектра МП. Одновременно нужно ориентироваться на автоматизацию сварочных процессов.

Для улучшения магнитной обстановки на рабочих местах при выполнении ручной и механизированной сварки можно рекомендовать:

- по возможности ограничивать применение процессов с короткими замыканиями дугового промежутка и использовать сварку в смесях защитных газов ($Ar+CO_2$, $Ar+O_2$, $Ar+O_2+CO_2$);
- ограничить мощности режимов сварки, снижая силу тока путем использования проволоки малого диаметра;
- обратить внимание на возможность использования на предприятиях автоматической сварки под флюсом как наиболее экологически благоприятной;
- не допускать применения различного рода несертифицированных электротехнических устройств, изменяющих форму кривой сварочного тока (отличающуюся от стандартных синусоидальной и выпрямленной без фазовых регулировок);
- размещать балластные реостаты, входящие в состав сварочных постов, на достаточном расстоянии от работающих или экранировать;
- не допускать прямого контакта с телом сварщика сварочных кабелей.

● #879

ОПЕЧАТКА. В прошлом номере журнала («Сварщик» № 2–2008) в статье *О. Г. Левченко, В. К. Левчук. «Проблемы электромагнитной безопасности»* была допущена опечатка. На стр. 44 во 2-м столбце, 2-м абзаце фразу следует читать так:

Электромагнитный спектр занимает диапазон частот излучения от 0 до 10^{22} Гц (было напечатано 1022 Гц), **неионизирующие ЭМП — до 10^{15} Гц** (было напечатано 1015 Гц).

Редакция приносит свои извинения авторам и читателям журнала.

Сварочному факультету НТУУ «КПИ» — 60 лет



Этот год стал юбилейным для сварочного факультета Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», крупнейшего вуза страны.

Вся отечественная сварочная наука связана с именем выдающегося ученого, основателя школы сварщиков Евгения Оскаровича Патона. Именно по его инициативе в 1935 г. была основана кафедра сварочного производства в составе механического факультета в Киевском политехническом институте, а в 1948 г. — новый сварочный факультет. Первым заведующим кафедры сварочного производства был профессор Е.О.Патон. Его педагогическая школа основывалась на принципах формирования инженера-сварщика с первого курса обучения, подготовки студентов к решению практических задач сварочного производства, привлечения к учебной работе ученых и специалистов-практиков.

Первым деканом факультета с 1948 по 1950 гг. был известный ученый, доктор технических наук, профессор М. Н. Гагченко. В 1950-1955 гг. эту должность занимал профессор И. П. Трочун.

С 1948 по 1955 гг. сварочный факультет успешно закончили и стали инженерами 165 выпускников, которые впоследствии возглавили ведущие предприятия Советского Союза, стали известными учеными. Это академики НАН Украины И. К. Походня и С. И. Кучук-Яценко, д-р техн. наук Ю. А. Юзвенко, канд. техн. наук Д. М. Кушнарив, А. Д. Котвицкий, Н. И. Коперсак, И. М. Жданов, В. Н. Бернадский, И. М. Савич, М. С. Самотрясов, В. И. Терещенко, известные специалисты С. Н. Аккурантова, С. Н. Вивсик, А. Г. Корон, А. И. Ерошенко, Н. М. Яворская и другие. Именно в этом период были заложены основы многих научных школ.

Второе рождение сварочного факультета произошло в 1975 г. по инициативе директора ИЭС им. Е. О. Патона Бориса Евгеньевича Патона. В разные годы на факультете работали преподавателями сотрудники ИЭС им. Е. О. Патона: Б. А. Мовчан, В. И. Махненко, С. И. Кучук-Яценко, С. А. Ющенко, В. И. Лесков, В. Э. Моравский, А. И. Четврто, В. Ф. Мошкин, В. Т. Чередничок, П. Н. Четврто, В. Е. Патон, А. Я. Грецкий, Н. М. Воропай, В. А. Тим-

ченко, А. Г. Потапьевский, Ф. Н. Киселевский, В. Н. Замков, В. Р. Рябов и другие.

Возрождение сварочного факультета, а также строительство нового учебного корпуса было связано с образованием Учебного центра сварки — учебно-научного объединения ИЭС им. Е. О. Патона и Киевского политехнического института, призванного обеспечивать совместную работу по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов сварочного производства.

С 1975 по 2002 г. деканом сварочного факультета был А. М. Сливинский. Под его руководством строился учебный корпус, оснащенный оборудованием, а сварочный факультет стал головным в отрасли знаний по сварке, формирующим государственную программу подготовки специалистов сварочного производства.

В настоящее время деканом сварочного факультета является д-р техн. наук, профессор С. К. Фомичев. На факультете работают 5 профессоров, 25 доцентов, 6 старших преподавателей и 7 ассистентов.

Программа подготовки специалистов включает в себя такие общеинженерные дисциплины, как физика, химия, высшая математика, металловедение, детали машин, теория машин и механизмов, сопротивление материалов, теоретические основы электротехники, основы обработки металлов, термодинамика, теория сварочных процессов, теоретическая механика, физико-химические основы производства металлов, схемотехника, инженерная графика. Выпускник сварочного факультета — это эрудированный инженер, а это основа для того, чтобы в будущем стать профессиональным инженером-сварщиком.

На сегодняшний день факультет готовит бакалавров, специалистов и магистров на трех кафедрах: сварочного производства, электросварочных установок и восстановления деталей машин.

Кафедра сварочного производства, которую уже много лет возглавляет д-р техн. наук, профессор В. М. Прохоренко, готовит специалистов по специ-



альности «Технология и оборудование сварки» (7.0923.01). Программа обучения содержит следующие дисциплины: сварка плавлением, пайка, проектирование сварных конструкций, сварка пластмасс, технологическая оснастка, напряжение и деформации при сварке, контроль качества сварных конструкций.

Кафедра электросварочных установок, организованная в 1978 году, готовит специалистов по специальности «Сварочные установки» (7.0923.02). Кафедру возглавляет д-р техн. наук, профессор С.К.Фомичев. Студенты изучают следующие дисциплины: электромашины, сварочные источники питания, электропривод, автоматическое управление сваркой, сварка в медицине, сварка давлением, робототехника, проектирование технических основ сварки, теория автоматического управления.

На самой молодой кафедре восстановления деталей машин, созданной в 1989 году, проводится обучение по специальности «Технологии и оборудование восстановления и повышения износостойкости машин и конструкций». Возглавляет кафедру д-р техн. наук, профессор В. Д. Кузнецов. Особое внимание уделяется следующим дисциплинам: инженерия поверхности, теория пластического деформирования, поверхностные физико-химические процессы, газотермическая обработка материалов, триботехника, нанесение покрытий, ремонтная сварка. Специалисты такого профиля умеют на практике использовать для восстановления и повышения износостойкости поверхностей не только газотермические и вакуумные методы нанесения покрытий, но и методы модификации поверхности (изменение структурного состояния поверхностных слоев металла).

Последние 10 лет факультет готовит магистров, количество выпускников магистратуры за этот время составило 142. Кроме украинских студентов, на факультете обучаются студенты из Ирана и Китая.

С 2006 г. на сварочном факультете, как и во всем НТУУ «КПИ», проводится структурная реформа учебного процесса, направленная на внедрение положений Болонской декларации. На I и II курсах уже полным ходом «работает» кредитно-модульная система организации учебного процесса, а для оценки успеваемости студентов применяется рейтинговая система.

В рамках сварочного факультета успешно работает Совместный факультет машиностроения

НТУУ «КПИ» и Отто-фон-Герике университета (Магдебург, Германия). На факультете обучается 11 студентов-сварщиков, студент пятого курса находится на стажировке в Германии. Выпускники этого факультета имеют возможность защитить диплом в Германии, а потом подтвердить его в Украине.

Студенты сварочного факультета постоянно участвуют во Всеукраинских студенческих олимпиадах по сварочным дисциплинам и занимают первые и призовые места в индивидуальном и командном зачете. Студенты-магистранты и аспиранты выступают с докладами на ежегодных научных конференциях.

По результатам каждой экзаменационной сессии, а также научной и общественной работы четверем лучшим студентам факультета присваивается стипендия имени Е. О. Патона и Б. Е. Патона.

За 60 лет на сварочном факультете было подготовлено около 4 тысяч специалистов. Многие выпускники работают в конструкторских отделах ведущих предприятий, занимаются разработкой нового оборудования и систем автоматизации.

Сварка является одним из ведущих технологических процессов в промышленности и строительстве. Работа в этой отрасли требует, кроме знания основных дисциплин, еще и умения думать.

Независимо от степени сложности, каждая сварная конструкция является ответственной. Высшая школа дает нам не только специальность и профессию, для многих она становится школой жизни. Нас учили быть взрослыми, принимать решения, признавать и исправлять свои ошибки. Инженер — это не просто запись в графе «профессия», это образ мышления.

За порогом института начинается настоящая жизнь, где нельзя взять «бегунок» для пересдачи, списать контрольную или отработать пропущенную пару. Мы продолжаем сдавать экзамены и зачеты, только оценки ставят совсем в другую ведомость. Понимание процесса, знание тонкостей своего дела, постоянное совершенствование — все это делает человека профессионалом, независимо от того, в какой области он работает.

60 лет для истории — это короткий период, для человека — целая жизнь, а для факультета — тысячи судеб.

● #880

*Ю. Б. Иванова, магистр,
выпускница сварочного факультета 2006 г.*



VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2008

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**
Металлообработка и
технологии, оборудование

**УКРПАСТ
ТЕХ**
Технологии и материалы
для производства
пластмасс

**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**

**УКРРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**
Промышленная автоматизация

**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**
Экспонаты, материалы, приборы,
таблицы, эталоны, измерительное
оборудование, метрология, сертификация

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**
Экспонаты, материалы, оборудование,
инструмент

**УКРМАШ
ТЕХ**
Продукты и
технологии, оборудование

**УКРВОТ
ТЕХ**
Компьютерная техника,
оборудование

ПОДШИПНИКИ

УКРСВАРКА
Технологии, оборудование,
инструменты

**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

СУБКОНТРАКТЫ
Экспонаты, материалы, оборудование

Генеральные
информационные партнеры:



ufi
Approved
Event



Технический партнер:

ПрессКом

Эксклюзивный медиа-партнер:



ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство промышленной политики Украины
ООО "Международный выставочный центр"
Украинская Национальная Компания
"Укрстанкоинструмент"

25-28
НОЯБРЯ 2008 г.



+380 44 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР**
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
"Левобережная"

Информационная поддержка:





www.MVK.ru

(495) 995-05-95

РОССИЯ, МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

21-24 октября
2008

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ОБОРУДОВАНИЕ,
ТЕХНОЛОГИИ



www.weldex.ru
www.mvk-crocus.ru

на правах рекламы

8-я Международная
специализированная выставка



WELDEX
РОССВАРКА

Почтовый адрес: 107113, Россия, Москва, Сокольнический Вал, 1, павильон 4
Дирекция выставки: тел./факс: (495) 925-34-42, e-mail: msa@mvk.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЕ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА
ЗАО «МВК»:

МВК СЕВЕРО-ЗАПАД: +7 (812) 332-15-24
МВК УРАЛ: +7 (343) 371-24-76

МВК ВОЛГА: +7 (843) 291-75-89
МВК СИБИРЬ: +7 (383) 201-13-68

МВК ЮГ: +7 (863) 234-62-45

Организатор:

ЗАО
«Международная
Выставочная
Компания»

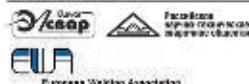
При поддержке:

Московский
Межотраслевой
Ассоциацией
Главных Сварщиков

Под патронажем:

Торгово-
промышленной
палаты РФ

При содействии:



Генеральный
информационный спонсор:



Информационные спонсоры:



Сварка. Родственные технологии–2008

V Международная выставка

Очередная выставка «Сварка. Родственные технологии–2008» была проведена в рамках промышленного форума «ПатонЭкспо-2008» в выставочном центре «КиевЭкспоПлаза», 7–9 апреля. Как обычно, «Сварка. Родственные технологии» прошла параллельно с другими выставками: «Трубопроводный транспорт», «Неразрушающий контроль», «Защита от коррозии» и «Промышленная экология».



В этом году выставка приняла более 60 участников, в том числе из дальнего и ближнего зарубежья. География экспонентов была представлена следующими странами: Австрия, Германия, Италия, Литва, Нидерланды, Польша, Россия, США, Финляндия, Чехия, Швеция, Швейцария, Япония.

Выставка «Сварка. Родственные технологии» начиная с 2003 года традиционно проводится в Киеве, в выставочном центре «КиевЭкспоПлаза» и представляет предприятия, предлагающие товары для сварки и родственных технологий в масштабе украинского рынка. Это относится как к непосредственным производителям, так и к торговым фирмам. Можно смело утверждать, что в этой выставке принимают участие основные игроки украинского рынка сварочной техники. Присутствие на ней означает присутствие и на рынке.

Несмотря на постоянное расширение информационного пространства в Украине и в мире в целом, непосредственное человеческое общение, возможность увидеть оборудование и материалы «в металле» остались очень важными факторами, влияющими на принятие деловых решений. Поэтому выставки сохраняют лидирующие позиции среди маркетинговых мероприятий, проводимых фирмами. Участие в выставке означает для предприятия определенный качественный этап развития, показывает его уровень, готовность вкладывать значительные средства в продвижение продукции, товаров и услуг. Здесь высокие затраты влекут за собой и высокую отдачу.

Для многих фирм участие в выставке «Сварка. Родственные технологии» явилось хорошей путевкой на украинский рынок, первым шагом к завоеванию надежных позиций во многих регионах Украины. И теперь фирмы, которые хотят последовательно продвигать свою продукцию в нашей стране, начинают свою деятельность с участия в «Сварке». Когда фирма представлена на выставке, к ней приходят потребители и торговцы из разных регионов, и можно увидеть общую картину, правильно определить пути дальнейшего продвижения на рынок.

Сохраняет свое значение и постоянство участия в «Сварке. Родственных технологиях». Чтобы всегда быть на виду, быть конкурентоспособным, нужно постоянно принимать участие в ведущих выставках по своей тематике. Разовое участие, несомненно, принесет свои плоды. Но для создания постоянного делового окружения необходимо присутствовать на ведущих выставочных мероприятиях регулярно, чтобы не потерять своих потребителей.

Сильная сторона выставки «Сварка. Родственные технологии» состоит в том, что ее проводят совместно с другими, тесно связанными отраслевыми выставками: «Трубопроводный транспорт», «Неразрушающий контроль», «Защита от коррозии». Посетители, которые, как правило, являются одновременно и потребителями продукции всех этих отраслей, получили возможность за одно посещение получить максимальную информацию в интересующей их области.

Организатор выставки «Сварка. Родственные технологии» и всего выставочного форума «ПатонЭкспо» в целом — НТК «Институт электросварки им. Е.О. Патона» НАН Украины. Это одна из ведущих научно-технических организаций Украины, долгие годы сохранявшая лидирующие позиции в фундаментальных исследованиях, разработке оборудования, расходных материалов, технологий, связанных со сваркой. Оборонные заказы, технологии сварки сложных строительных конструкций, сооружений, судов, магистральных трубопроводов; космическая техника; широкий спектр продукции машиностроения; исследование свойств машиностроительных материалов — вот неполный перечень того, чем ИЭС им. Е. О. Патона занимался на протяжении своей многолетней истории. Новые условия рыночной экономики потребовали подтвердить репутацию флагмана отрасли. Сварка — традиционно сильная отрасль в Украине, и естественно, ИЭС им. Е. О. Патона проводит центральную для украинского рынка сварочную выставку.

Разнообразие представленной продукции дает возможность сказать, что украинская промышлен-

ность имеет положительную тенденцию развития. Экспонаты можно разделить на следующие крупные группы:

- сварочные материалы (электроды, проволока) общего назначения;
- сварочные материалы повышенного качества (для сварки ответственных конструкций, трубопроводов);
- машины координатной резки;
- робототехнические комплексы;
- специализированное оборудование для сварки труб, для энергетического оборудования, железнодорожных рельсов;
- сварочное оборудование для сварки в промышленных условиях (высокие цена и качество);
- сварочное оборудование для малых производств;
- технические газы;
- механическое сварочное оборудование (кондукторы, вращатели, кантователи).

Сварочную тематику органично дополнили средства неразрушающего контроля и материалы для защиты изделий от коррозии.

Робототехнические комплексы были представлены тремя фирмами: «АББ Украина», «Артан» (роботы «Panasonic»), «Навко-Тех» (роботы отечественного производства). Все они имеют большие планы по внедрению своей продукции в украинской промышленности.

Хорошо продаются в Украине и машины координатной резки, необходимые в любом производстве, где нужно гибко менять ассортимент деталей из металлического листа. Лидирует в этой отрасли компания «ЗОНТ» (г. Одесса), продающая свои машины по всей Украине. Активно на наш рынок выходят и иностранные компании, в частности, на выставке были представлены компании «MGM» (Чехия) и компания «Eckert» (Польша).

Особый интерес вызывает технология гидроабразивной резки водяной струей, которую представила компания «РТV» (Чехия). Такая техника позволяет получать высокую чистоту реза и готовность детали к работе и дальнейшей сборке без дополнительной механической обработки и без утраты свойств металла вдоль кромки реза.

Традиционно в выставке принимали участие такие флагманы украинского производства сварочного оборудования, как Каховский завод электросварочного оборудования, ОАО «Фирма СЭЛМА»,

Симферопольский моторный завод, ГНПП «Объединение «Коммунар», Опытный завод сварочного оборудования ИЭС им. Е. О. Патона. Были хорошо представлены иностранные производители: концерн «ESAB», «Kemppi», «Fronius», «Abicor Binzel», «Lincoln Electric», «Selco», «EWM», «GYS», «Polisoude», «Weldotherm» и другие.

Среди крупных украинских производителей сварочных материалов различного назначения можно отметить Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е. О. Патона, СМНПО им. М. В. Фрунзе (специальные электроды), «Плазматек» (г. Винница) — новый крупный производитель сварочных материалов в Украине, торговая марка «Монолит», компания «Укрнихром» (легированные сварочные материалы). Из зарубежных фирм свою продукцию продемонстрировали «Bohler Thyssen Welding»

(представитель — «Интерхим-БТВ»), концерн «ESAB», «Межгосметиз» (г. Мценск, Россия), «Лосиноостровский электродный завод», «Lincoln Electric», «Аникцю Варис» (Литва). Причем иностранные производители сделали основной упор на поставку сварочных материалов высокого качества по приемлемым ценам, которые пользуются спросом в Украине при сварке ответственных конструкций. Основные потребители такой продукции — энергетика, магистральный трубопроводный транспорт, строительство.

Оборудование, качественное и недорогое, для очистки воздуха представила фирма «Техэлектросервис». Средства защиты дыхания собственного производства показал Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека (г. Одесса).

Были представлены крупные производители промышленных газов, которые реализуют свою продукцию во многих регионах Украины: «Дары природы» (г. Донецк), «Линде Газ Украина» (г. Днепропетровск), Киевский кислородный завод.

Общий вывод, который позволяет сделать выставка, состоит в следующем: несмотря на кризисные явления последних лет, отечественная промышленность медленно, но уверенно развивается; есть спрос на дорогие, но качественные и надежные материалы и оборудование; постепенно стирается стереотип «купить подешевле»; руководители промышленных предприятий видят перспективу и вкладывают средства в дальнейшее развитие. ● #890



Сварка и резка Защита от коррозии. Покрытия

Международные специализированные выставки

25–28 марта 2008 г. в Минске на территории выставочного комплекса «Белэкспо» были проведены **8-я международная специализированная выставка «Сварка и резка» и международный специализированный салон «Защита от коррозии. Покрытия».** Организатор выставок — ЗАО «Минскэкспо» при поддержке Национальной академии наук Беларуси, Государственного НПО порошковой металлургии и ОХП «Институт сварки и защитных покрытий». Информационную поддержку оказывали специализированные журналы «Сварщик в Белоруссии», «Сварщик» (Украина), «МеталлИнфо», «Материально-техническое снабжение», «РИТМ» (Россия), «Бизнес-Мост» (Украина), «Цены и товары сегодня», «Оптом и в розницу», «Бизнес-Инфо», газеты «Международный клуб», «Бизнес-регионы», «Бриг Экспо» (Россия), «Коммерсант Белоруссии», «КоммерсантЭкспо», «Белорусы и рынок».

В выставке участвовали 80 организаций, предприятий и фирм из Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Китая, Литвы, Турции, Финляндии, Франции, ФРГ, Швейцарии. Республику Беларусь представляли такие компании: ООО «Оливер», ЧПТУП «ВнешИТС», ОДО «БелСваМо», ЧТУП «Алви-Торг», ПТЧУП «ЛДМ», ЗАО «Объединенная сварочная компания», ОДО «Атлас-Инвест», УП НПО «Центр», ЗАО «НГК Силовые компоненты», ЗАО «Машагпропром», ЧУП «Плазматехинструмент», ОДО «Техносварка», СООО «АДВ-Гарант», СП ООО «Белфин» и другие. С фундаментальными и прикладными исследованиями в области сварки и защитных покрытий можно было ознакомиться на стенде ГНПО порошковой металлургии. Среди постоянных зарубежных участников — представители Украины: ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования», ОАО «ЗОНТ», ОАО «ПлазмаТек», НПП «Техмаш»; российские компании: ООО Торговый Дом «ЛЭЗ», Торговый Дом «Межгосметиз», ОАО «Металлургиче-

ский завод «Электросталь», Государственный Рязанский приборостроительный завод, Санкт-Петербургский электродный завод и другие; ведущие компании из Литвы: «ВМТС» и «Atotex-Chemeta». Сварочное оборудование финской фирмы «Kemppi OY» представлял их партнер ОДО «Кемфин». Сварочное оборудование экспонировали также и две китайские фирмы: «Advanced Technology & Materials Co.Ltd», «Wuxi Hanshen Electric Co.Ltd».

Специализированный салон «Защита от коррозии. Покрытия» был проведен во второй раз. Участие в нем приняли производственные и торговые предприятия, а также научные учреждения и инновационные ассоциации. Этот выставочный салон дал возможность сконцентрировать в одном месте экспозиции материалов, технологий и оборудования для комплексного решения проблем защиты от коррозии, повышения надежности и срока службы механизмов и сооружений, придания им специальных свойств, таких как повышенная прочность, износостойкость, термостойкость, электробезопасность и прочее.

В рамках выставки были проведены республиканское совещание главных сварщиков и специалистов министерств и предприятий «Состояние и пути развития сварки в Республике Беларусь» (было представлено 18 докладов), международный симпозиум «Сварка и родственные технологии» (было представлено 20 докладов). Организатором этих форумов выступил Институт сварки и защитных покрытий ГНПО порошковой металлургии.

В третий раз был проведен конкурс «Мисс Сварка-2008». Победительницей стала Ольга Шут (фирма «БассантТорг», Минск).

К выставке был проявлен большой интерес со стороны специалистов машиностроения, строительной индустрии и учебных заведений. По сравнению с предыдущей выставкой и участников, и посетителей в этом году было больше. Контингент посетителей составляли ведущие специалисты и руководящий состав предприятий и организаций. Прослеживался их интерес к высоконадежному сварочному оборудованию и оборудованию для резки, к сложным и эффективным технологиям сварки, реновации и упрочнения, к высококачественным сварочным и наплавочным материалам общего и специального назначения, новым методам подготовки высококвалифицированных инженеров-сварщиков и практиков-сварщиков, к специальной литературе по сварке и родственным технологиям.

В целом выставка была хорошо организована и заслужила положительную оценку посетителей и экспонентов.

● #891

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук,
НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона»



Универсальный тиристорный сварочный выпрямитель ВДУ-506 М

ВДУ-506 М в комплекте с полуавтоматом ПДГ - 506М (производства КЗЭСО) или полуавтоматами других производителей, имеющими блоки питания, обеспечивает механизированную сварку плавящейся электродной проволокой на постоянном токе низкоуглеродистой, низколегированной и коррозионностойкой стали в среде защитных газов, а также ручную дуговую сварку покрытыми электродами

Основные конкурентные преимущества

- ▶ Плавное регулирование сварочного напряжения позволяет оперативно подобрать оптимальный режим при сварке различных сталей в любых пространственных положениях.
- ▶ Наличие приборов индикации сварочного тока и сварочного напряжения.
- ▶ Наличие ступенчатого регулирования индуктивности сварочного контура позволяет оптимизировать режим сварки на малых и больших сварочных токах.
- ▶ Жесткая и падающая внешняя вольт-амперная характеристика.



- ▶ Класс изоляции по нагреву - Н.
- ▶ Итальянский выпрямительный блок.
- ▶ Быстроразъемные, электробезопасные токовые разъемы.
- ▶ Мобильность перемещения - установка колес по требованию заказчика.
- ▶ Экономия сварочных материалов за счет минимизации разбрызгивания.
- ▶ Снижение трудоемкости изготовления металлоконструкций за счет исключения зачистки сварного шва.
- ▶ Искключение зачистки сварного шва предотвращает насыщение окружающего воздуха металлической пылью, чем повышается экологический уровень производства и долговечность производственного вентилируемого оборудования.
- ▶ Наличие розетки на 36 В для питания подогревателя газа.
- ▶ Энергосбережение - обеспечивает высоким КПД.
- ▶ Германский охлаждающий блок.

Безопасность и надежность в работе

- ▶ Наличие тепловой защиты от перегрузок.
- ▶ Наличие световой индикации включенного состояния в сеть.
- ▶ Наличие автомата защиты в первичной цепи.
- ▶ Наличие защиты от КЗ в сварочной цепи.
- ▶ Высокая ремонтпригодность, интуитивный (не сварной) магнитопровод.
- ▶ Двойная вакуумная пропитка трансформатора и дроссели температуростойким кремний - органическим лаком КО - 916 К.
- ▶ Безупречная повторяемость заданных режимов сварки.

Сервис поставки

- ▶ Отгрузка непосредственно с завода или через региональную диллерскую сеть.
- ▶ Пуско - наладка, обучение персонала - по желанию заказчика.
- ▶ Немедленное обеспечение запасными частями.
- ▶ Высококвалифицированное гарантийное и послегарантийное сервисное обслуживание.

Технические характеристики

| Параметр | Значение |
|--|-----------------|
| Напряжение питающей сети, В | 3x380 |
| Номинальный сварочный ток, А (при ПВ - 60%) | 500 |
| Пределы регулирования сварочного тока, падающие (жесткие), В | 50-500 (60-500) |
| Пределы регулирования сварочного напряжения, падающие (жесткие), В | 22-46 (18-50) |
| Напряжение холостого хода, В | 85 |
| Потребляемая мощность при номинальном токе, кВт | 30 |

ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования»

г. Каховка, ул. Пушкина, 109 ● Тел./факс: + 38 (05536) 2-10-72, 2-09-67, 2-04-52, 2-04-24, 2-04-38



КОРОТКИЙ ПИТ-СТОП...



Ни минуты простоя благодаря
системе смены гусачков на горелках
ABIMIG® T от **ABICOR BINZEL®**

АБИКОР БИНЦЕЛЬ —
Сварочная техника
Уржумская, 4, 129343, Москва
Tel.: (495) 221-84-81/82
Telefax: (495) 510-64-70

ABICOR
BINZEL®



GROUP

ПНН Бинцель Украина ГмБХ

предприятие группы ABICOR

Тел./факс: + 38 (044) 403 1299;
403 1399; 403 1499; 403 1599

Internet: www.binzel-abicor.com
E-mail: info@binzel.kiev.ua



поставка в регионы через сеть официальных
и региональных дистрибьюторов

Technology for the Welder's World