

THE LINDE GROUP

Linde



Расширяя горизонт

Для промышленных предприятий, чьи приоритеты — качество вне конкуренции, развитие вне времени, ОАО «Линде Газ Украина» предлагает новейшие технологии в газовой резке.

Ацетилен для газовой резки и сварки:

- Идеальная чистота поверхности.
- Высокая производительность.
- Большие технологические возможности.
- Экономия затрат на кислород.

Основываясь на долгосрочности и индивидуальности партнерских отношений, каждый день мы посвящаем расширению круга Ваших возможностей, поиска эффективных решений для Вашего бизнеса.

ОАО «Линде Газ Украина» Днепропетровск, ул. Кислородная, 1
Тел. (0562) 35 12 25, ф. (056) 79 00 333; www.linde-gas.com.ua
Киевский филиал: ул. Лебединская, 36; тел. (044) 507 23 69
Алчевский филиал: пр. Metallургов, 25а; тел. (06442) 3 70 19



**ВОЗРОЖДЕНИЮ
ЭКОНОМИКИ –
ПЕРЕДОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**



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.**

Киев 03150 ул. Антоновича (Горького), 62
тел./ф. +380 44 **200-8056** (многоканальный)
тел./ф. +380 44 248-73-36, 287-27-16
comeco@svitonline.com, equip@et.ua

WWW.ET.UA





3 (67) 2009

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

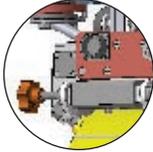
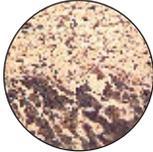
Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

Сварщик®

информационно-технический журнал
Технологии
Производство
Сервис

3-2009

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	4	
	Производственный опыт		
	Выбор рациональной технологии местной термообработки сварных соединений трубопроводов больших диаметров. <i>П.М. Корольков</i>	6	
	Разделка кромок листов под сварку мобильными кромкоскалывающими машинами типа МКС-У. <i>С.А. Казарин</i>	14	
	Наши консультации	18	
	Технологии и оборудование		
	Наплавочные технологии, оборудование и материалы — эффективный инструмент сокращения расходов на промышленных предприятиях. <i>В.И. Титаренко, А.В. Титаренко, О.В. Ткаченко, А.А. Голякевич, Л.Н. Орлов, С.П. Гиук</i>	22	
	Малогабаритное оборудование и комбинированная технология сварки трубопроводов. <i>М.М. Савицкий, А.М. Савицкий, В.М. Ващенко</i>	28	
	Очистка поверхности металлов перед сваркой. <i>А. А. Кайдалов</i>	32	
	Стандарты в области очистки поверхностей конструкционных материалов ...	36	
	Восстановление резьбовых отверстий в осях железнодорожных вагонов сваркой взрывом. <i>Л.М. Лобанов, С.Ю. Илларионов, Л.Д. Добрушин, Н.А. Пашин, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов, А.В. Кутишенко</i>	40	
	Пайка алюминия и его сплавов порошковыми припоями. <i>Zbigniew Mirski, Kazimierz Granat, Hubert Drzeniek</i>	44	
	Зарубежные коллеги	47	
	Охрана труда		
	Новая методика гигиенической оценки сварочных материалов в соответствии с международными стандартами ISO 15011. <i>О. Г. Левченко, О. Н. Безушко</i>	48	
	«Сказочная» обработка металла	52	
	Состав и механические свойства некоторых специальных сплавов	53	

Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Вибір раціональної технології місцевої термообробки зварних з'єднань трубопроводів великих діаметрів. <i>П.М. Корольков</i>	6
• Оброблення крайок листів під зварювання мобільними крайкосколювальними машинами типу MKC-B. <i>С.А.Казарін</i>	14
Наші консультації	18
Технології й устаткування	
• Наплавочні технології, устаткування й матеріали — ефективний інструмент скорочення витрат на промислових підприємствах. <i>В.І. Титаренко, А.В. Титаренко, О.В. Ткаченко, А.А. Голякевич, Л.М. Орлов, С.П. Гиук</i>	22
• Малогабаритне встаткування й комбінована технологія зварювання трубопроводів. <i>М.М. Савицький, О.М. Савицький, В.М. Ващенко</i> ..	28
• Очищення поверхні металів перед зварюванням. <i>А. А. Кайдалов</i> ..	32
• Стандарти в області очищення поверхонь конструкційних матеріалів	36
• Відновлення різьбових отворів в осях залізничних вагонів зварюванням вибухом. <i>Л.М. Лобанов, С.Ю. Ілларіонов, Л.Д. Добрушин, Н.А. Пашин, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов, А.В. Кутишенко</i>	40
• Пайка алюмінію і його сплавів порошковими припоями. <i>Zbigniew Mirski, Kazimierz Granat, Hubert Drzeniek</i>	44
Зарубіжні колеги	47
Охорона праці	
• Нова методика гігієнічної оцінки зварювальних матеріалів відповідно до міжнародних стандартів ISO 15011. <i>О. Г. Левченко, О. Н. Безушко</i>	48
• «Казкова» обробка металу	52
• Состав і механічні властивості деяких спеціальних сплавів	53

CONTENT

News of technique and technologies	4
Industrial experience	
• Choice of rational technology of local heat treatment of welding joints of pipelines of large diameters. <i>P. M. Korol'kov</i>	6
• Beveling of sheets before welding by transportable edge spalling machines such as MKS-U. <i>S. A. Kazarin</i>	14
Our consultations	18
Technologies and equipment	
• Cladding technologies, equipment and materials — effective tool of reduction of expenditures on industrial enterprises. <i>V. I. Titarenko, A. V. Titarenko, O. V. Tkachenko, A. A. Golyakevich, L. N. Orlov, S. P. Giyuk</i>	22
• The small-sized equipment and combined technology of welding of pipelines. <i>M. M. Savitskiy, A. M. Savitskiy, V. M. Vashchenko</i>	28
• Cleaning of surface of metals before welding. <i>A. A. Kaydalov</i>	32
• Standards in the field of cleaning of surfaces of structural materials ..	36
• Restoration of thread apertures in axes of railway cars by explosion welding. <i>L. M. Lobanov, S. Yu. Illarionov, L. D. Dobrushin, N. A. Pashchin, V. V. Tisenkov, S. V. Bondarev, S. A. Gavrillov, A. V. Kutishenko</i>	40
• Brazing of aluminium and its alloys by powder solders. <i>Zbigniew Mirski, Kazimierz Granat, Hubert Drzeniek</i>	44
The foreign colleagues	47
Labour protection	
• New technique of hygienic estimation of welding materials according to international standards ISO 15011. <i>O. G. Levchenko, O. N. Bezushko</i> ..	48
• «Fantastic» processing of metal	52
• Structure and mechanical properties of some special alloys	53

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор 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, 287 6602

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

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

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

Представительство в России Москва, ООО «Центр трансфера технологий»
ИЭС им. Е. О. Патона
М. П. Пономарева
+7 495 626 0905
e-mail: ctt94@mail.ru

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

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

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

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 16.06.2009. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 16/06 от 16.06.2009. Тираж 3000 экз.

Печать: издательство «Аврора Принт», 2009.

02081 Киев, ул. Причальная, 5. Тел./ф. (044) 502-61-31.

© ООО «Экотехнология», 2009

Выбор рациональной технологии местной термообработки сварных соединений трубопроводов больших диаметров



П.М. Корольков

Рассмотрено влияние равномерности нагрева при местной термической обработке сварных соединений. Описаны технологические приемы для обеспечения равномерности нагрева, методы работы и оборудование. Приведены примеры местного нагрева различных сварных соединений труб на некоторых предприятиях, применения индукционного нагрева токами средней частоты с использованием отечественных программных установок.

Разделка кромок листов под сварку мобильными кромкоскалывающими машинами типа МКС-У

С.А. Казарин

Описан прогрессивный способ обработки кромок листа под сварку — снятие кромок с помощью мобильных кромкоскалывающих машин. Приведены характеристики машин типа МКС-У различных модификаций. Рассмотрены различные этапы работы машины, основные технологические операции. Дан практический пример выполнения операции скалывания, расчет основных параметров.

Наплавочные технологии, оборудование и материалы — эффективный инструмент сокращения расходов на промышленных предприятиях

В.И. Титаренко, А.В. Титаренко, О.В. Ткаченко, А.А. Голякевич, Л.Н. Орлов, С.П. Гиюк

Рассмотрены вопросы уменьшения затрат, связанных с ремонтом машин и агрегатов, обеспечения их запасными деталями и узлами. Значительную роль в решении этой задачи играет технология восстановительной и упрочняющей наплавки. Приведены данные эффективности наплавки и наиболее эффективное оборудование Объединения «РЕММАШ». Описаны установки для наплавки, их преимущества и указаны предприятия, где они успешно применяются.

Малогабаритное оборудование и комбинированная технология сварки трубопроводов

М.М. Савицкий, А.М. Савицкий, В.М. Ващенко

Описана технология аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с активизирующим флюсом (АТИГ), в основу которой положена активация процессов в дуге при сварке в защитных газах, позволяющая в несколько раз увеличить концентрацию нагрева металла и глубину проплавления без увеличения силы сварочного тока. Приведены результаты испытаний, механические свойства сварных соединений. Представлены аппараты для орбитальной сварки трубопроводов.

Очистка поверхности металлов перед сваркой

А.А. Кайдалов

Рассмотрены способы очистки поверхности металлов: химическая очистка, механическая очистка, термическая очистка. Приведены требования к очистке поверхности металлов и сплавов перед сваркой, перед нанесением покрытий, перед резкой. Рассмотрены вопросы подготовки поверхности стали после термической резки к сварке и предотвращения налипания брызг расплава на поверхность металла. Даны стандарты в области очистки поверхностей конструкционных материалов.

Восстановление резьбовых отверстий в осях железнодорожных вагонов сваркой взрывом

Л.М. Лобанов, С.Ю. Илларионов, Л.Д. Добрушин, Н.А. Пашин, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов, А.В. Кутищенко

Предложен новый способ восстановления резьбовых отверстий в осях железнодорожных вагонов, основанный на использовании принципов и технологии сварки взрывом. Описаны преимущества данного способа. Приведены результаты испытаний на усталость резьбовых отверстий шеек осей вагонов, дана оценка механической прочности и долговечности восстановленной резьбы.

Вибір раціональної технології місцевої термообробки зварних з'єднань трубопроводів великих діаметрів



П.М. Корольков

Розглянуто вплив рівномірності нагрівання при місцевій термічній обробці зварних з'єднань. Описано технологічні прийоми для забезпечення рівномірності нагрівання, методи роботи й устаткування. Наведено приклади місцевого нагрівання різних зварних з'єднань труб на деяких підприємствах, застосування індукційного нагрівання струмами середньої частоти з використанням вітчизняних програмних установок.

Оброблення крайок листів під зварювання мобільними крайкосколювальними машинами типу МКС-В

С.А. Казарин

Описано прогресивний спосіб обробки крайок листа під зварювання — зняття крайки за допомогою мобільних крайкосколювальних машин. Наведено характеристики машин типу МКС-У різних модифікацій. Розглянуто різні етапи роботи машини, основні технологічні операції. Дано практичний приклад виконання операції сколювання, розрахунок основних параметрів.

Наплавочні технології, устаткування й матеріали — ефективний інструмент скорочення витрат на промислових підприємствах

В.І. Титаренко, А.В. Титаренко, О.В. Ткаченко, А.А. Голякевич, Л.Н. Орлов, С.П. Гиюк

Розглянуто питання зменшення витрат, пов'язаних з ремонтом машин і агрегатів, забезпечення запасними деталями й вузлами. Значну роль у вирішенні цього завдання відіграє технологія відновлюваного й зміцнювального наплавлення. Наведено дані ефективності наплавлення й найбільш ефективне устаткування Об'єднання «РЕММАШ». Описано установки для наплавлення, їхні переваги й зазначені підприємства, де вони успішно застосовуються.

Малогабаритне встаткування й комбінована технологія зварювання трубопроводів

М.М. Савицький, А.М. Савицький, В.М. Ващенко

Описано технологію аргонодугового зварювання електродом, що не плавиться, із активуючим флюсом (АТИГ), в основу якої покладена активація процесів у дузі при зварюванні в захисних газах, що дозволяє в кілька разів збільшити концентрацію нагрівання металу й глибину проплавлення без збільшення сили зварювального струму. Наведено результати випробувань, механічні властивості зварних з'єднань. Представлено апарати для орбітального зварювання трубопроводів.

Очищення поверхні металів перед зварюванням

А.А. Кайдалов

Розглянуто способи очищення поверхні металів: хімічне очищення, механічне очищення, термічне очищення. Наведено вимоги до очищення поверхні металів і сплавів перед зварюванням, перед нанесенням покриттів, перед різанням. Розглянуто питання підготовки поверхні сталі після термічного різання до зварювання й запобігання налипанню бризків розплаву на поверхню металу. Дано стандарти з очищення поверхонь конструкційних матеріалів.

Відновлення різьбових отворів в осях залізничних вагонів зварюванням вибухом

Л.М. Лобанов, С.Ю. Илларионов, Л.Д. Добрушин, Н.А. Пашин, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов, А.В. Кутищенко

Запропоновано новий спосіб відновлення різьбових отворів в осях залізничних вагонів, що базується на використанні принципів і технології зварювання вибухом. Описано переваги даного способу. Наведено результати випробувань на втому різьбових отворів шийок осей вагонів, дана оцінка механічної міцності й довговічності відновленого різьблення.



Сварочные колонны

Weldsub — серия сварочных колонн, предназначенных для MIG и TIG-сварки погруженной дугой. Все перемещения на платформе выполняются по механизированному направляющему, поворотный ролик обеспечивает точность движения. Управление колонной позволяет поворачивать ее на 360°. Для закрепления определенного положения на платформе предусмотрены четыре прижимных винта.

Подъемный механизм стрелы колонны оборудован устройством натяжения пружины, позволяющей управлять вертикальным движением стрелы по всей высоте колонны. Движением стрелы управляет инвертор с трехфазным двигателем, обеспечивающим скорость 150–2500 мм/мин.



На колонне установлен блок питания, с помощью которого ведется управление работой машины. Такое же средство управления есть около сварочной головки.

Weldsub Floor — стационарная модель, Weldsub Slide — мобильный вариант на рельсах.

В комплект оборудования входят:

- позиционный стол грузоподъемностью 15 000 кг;
- автоматический позиционер токарного типа;
- вращатель-позиционер;
- механизм линейного движения для сварки;
- перемещаемый верстак;
- сварочные манипуляторы;
- система фиксации положения;
- инвертор управления движением стрелы;
- механизированные направляющие (дополнительная комплектация);
- механизм управления вращением;
- поворотный ролик;
- цифровой дисплей линейной скорости (дополнительная комплектация).

Компания «Elettromeccanica MB s.n.c.» (Италия)
● #966

Таблица. Техническая характеристика сварочных колонн

Параметр	Weldsub 2x2	Weldsub 3x3	Weldsub 4x4	Weldsub 5x	Weldsub 6x6
Напряжение питания (трехфазного), В	380				
Линейная скорость X, мм/мин	50–2500				
Смещение Z, мм	250	300	400	420	450
Масса, кг	800	1450	1800	2000	3000

Украинско-русский, русско-украинский словарь по сварке (CD-ROM). — К.: Довіра, 2008.



Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины вышлет **БЕСПЛАТНО** «Словарь...» при условии направления заявки с точным указанием Ваших почтовых реквизитов по адресу:

Киев-150, ул. Боженко, 1, ИЭС им. Е.О. Патона, отдел № 41.

Тел. 287-62-68, факс: 287-74-57. E-mail: bernadsky@paton.kiev.ua

В рамках проекта «Словники України» Институтом электросварки им. Е.О. Патона совместно с Украинским языково-информационным фондом НАН Украины к 90-летию Национальной академии наук Украины издан «Українсько-російський, російсько-український словник із зварювання» в электронном формате (CD-ROM).

Словарь имеет нормативный характер и содержит более 6,5 тыс. терминов и терминосочетаний, которые отражают основную терминологию по сварочным и родственным технологиям, актуализированную с действующими международными и национальными стандартами по сварке.

Словарь предназначен для инженерно-технических работников, студентов и переводчиков технической литературы. ● #967

Компактная тепловидеокамера Extech i5

Небольшая, легкая (340 г) видеокамера Extech i5 (IRC40) контролирует температуру компонентов электрической системы, позволяет выявлять участки, на которых возникают проблемы, прежде, чем происходят отказы в работе. С ее помощью можно осматривать области, недоступные для тер-

мопары или других инструментов. Высокое разрешение изображения позволяет быстро и точно определять места повреждений, их температурное состояние. Extech i5 обладает высокой точностью измерений: $0,1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\%$), что соответствует требованиям NETA. Температурный диапазон от нуля до 250°C .



Модель IRC57 — InfraCam™ SD тепловидеокамера:

- температурный диапазон от минус 10 до плюс 350°C ($\pm 2\%$);
- жидкокристаллический дисплей (диагональ 89 мм);
- видеосенсор (120×120 пикселей);
- встроенный лазерный указатель, позволяющий связать горячую точку на изображении с реальным объектом;
- перечень данных в изображениях;
- сменная SD карта памяти на 128 Мб (1000 изображений);
- аккумулятор на 7 ч непрерывного действия;
- программное обеспечение QuickReport.



Модель FLIR i60 — высокотемпературная тепловая видеокамера:

- небольшая масса (590 г);
- жидкокристаллический дисплей (диагональ 89 мм);
- температурный диапазон от минус 20 до плюс 350°C ;
- видеосенсор (180×180 пикселей);
- точность измерения $0,1^{\circ}\text{C}$ (при 25°C);
- встроенный лазерный указатель;
- автоматический лазерный маркер;
- функция «галерея изображений»;
- микро-SD карта памяти для хранения изображений;
- комплектность: микро-SD карта (1 Гб), адаптер, аккумулятор, программное обеспечение QuickReport™, USB кабель.



IRC57-B: BCam™ SD — тепловидеокамера:

- температурный диапазон от минус 10 до плюс 350°C (точность $\pm 2\%$);
- жидкокристаллический дисплей (диагональ 89 мм);
- видеосенсор (120×120 пикселей);
- встроенный лазерный указатель;
- перечень данных в изображениях;
- сменная SD карта памяти на 128 Мб (1000 изображений);
- аккумулятор на 7 ч непрерывного действия;
- комплектность: SD карта, адаптер, аккумулятор, программное обеспечение QuickReport™, USB кабель.

С помощью видеокамеры можно обнаружить перегревание в электрических сетях и трансформаторах, определить неполадки в системах охлаждения и нагрева, в двигателях. Программное обеспечение QuickReport PC позволяет работать с видеоизображениями, радиометрическими данными, анализировать их и фиксировать результаты.

Видеокамеры снабжены свободной фокусирующей линзой, имеют большой жидко-

кристаллический дисплей (диагональ 71 мм). Время непрерывного действия составляет 5 ч на одной зарядке. Extech i5 укомплектована мини-SD картой памяти на 512 Мб, зарядным устройством, программным обеспечением QuickReport PC и ручным ремнем.

Extech Instruments Corp., США.

www.extech.com

• #968



Выбор рациональной технологии местной термообработки сварных соединений трубопроводов больших диаметров

П. М. Корольков, ООО «Нагрев» (Москва)

Как известно, при местной термической обработке сварных соединений равномерному нагреву в пределах заданной температуры, например 580–600°C для стали 09Г2С, должен подвергаться участок сварного соединения, определяемый требованиями нормативно-технической документации. Для данной отрасли промышленности это РД 153–34.1–003–01 (РТМ–1с). В тепловой энергетике равномерность нагрева во многом влияет на качество термической обработки, способствуя значительному снижению уровня сварочных напряжений и улучшению структуры металла сварного соединения, особенно в легированных теплоустойчивых сталях. Неравномерность нагрева вызывает появление температурных (временных) напряжений, увеличивающих напряженное состояние сварного соединения, и препятствует процессу структурных изменений, в частности, распаду закалочных структур в сварных соединениях теплоустойчивых сталей.

Равномерность нагрева должна быть обеспечена по всей поверхности сварного соединения (в трубных деталях по наружной и внутренней поверхности) в трех зо-

нах: I — по окружности сварного соединения; II — по его длине (на величину зоны равномерного нагрева $L_{р.н}$) и III — по толщине стенки сварного соединения (рис. 1). Особенно сложно получить равномерный нагрев в сварных соединениях труб больших диаметров ($D_{тр}=825...1420$ мм), которые применяют в основном в нефтегазостроении и при строительстве атомных электростанций. Эти трубопроводы выполняют из сталей различных марок: низкоуглеродистых, типа стали 20, низколегированных кремнемарганцевых, типа 09Г2С, низколегированных на базе различных легирующих элементов (никеля, молибдена, ниобия, хрома и др.) с плакировкой аустенитной сталью или без нее и др. с толщиной стенок $S_{ст}$ до 70 мм.

На трубопроводах местной термической обработке подвергают сварные соединения, имеющие различную конструкцию, поэтому и разные условия нагрева: прямые стыки

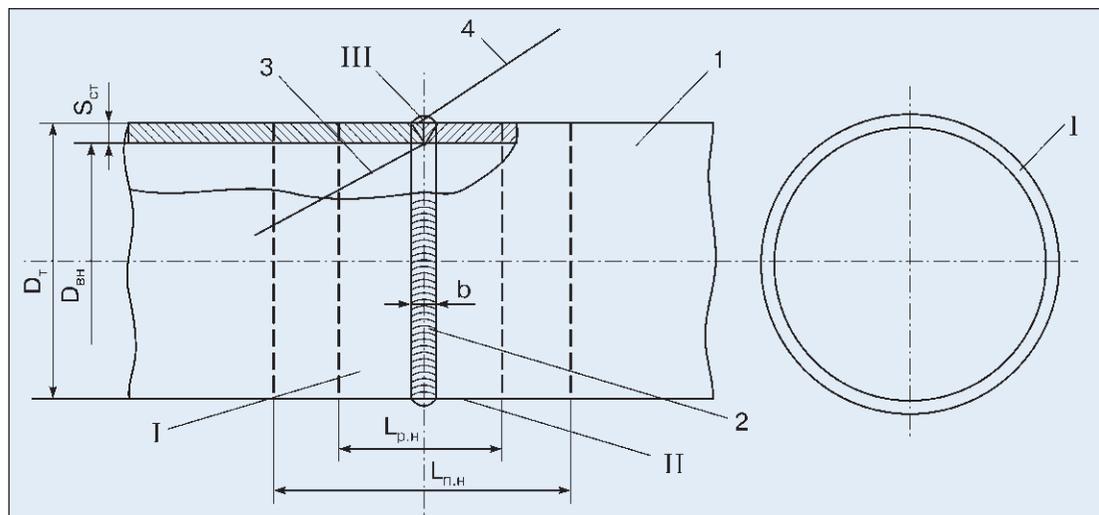


Рис. 1. Зона равномерного нагрева при местной термообработке сварного соединения: 1 — сварное соединение; 2 — сварной шов; 3 — термопара на внутренней поверхности сварного соединения; 4 — термопара на наружной поверхности сварного соединения; I — зона равномерного нагрева по окружности сварного соединения; II — зона равномерного нагрева по длине сварного соединения; III — зона равномерного нагрева по толщине стенки сварного соединения; D_T — наружный диаметр трубы; $D_{в.н}$ — внутренний диаметр трубы; $S_{ст}$ — толщина стенки трубы; b — ширина сварного шва; $L_{п.н}$ — величина зоны полного нагрева; $L_{р.н}$ — величина зоны равномерного нагрева

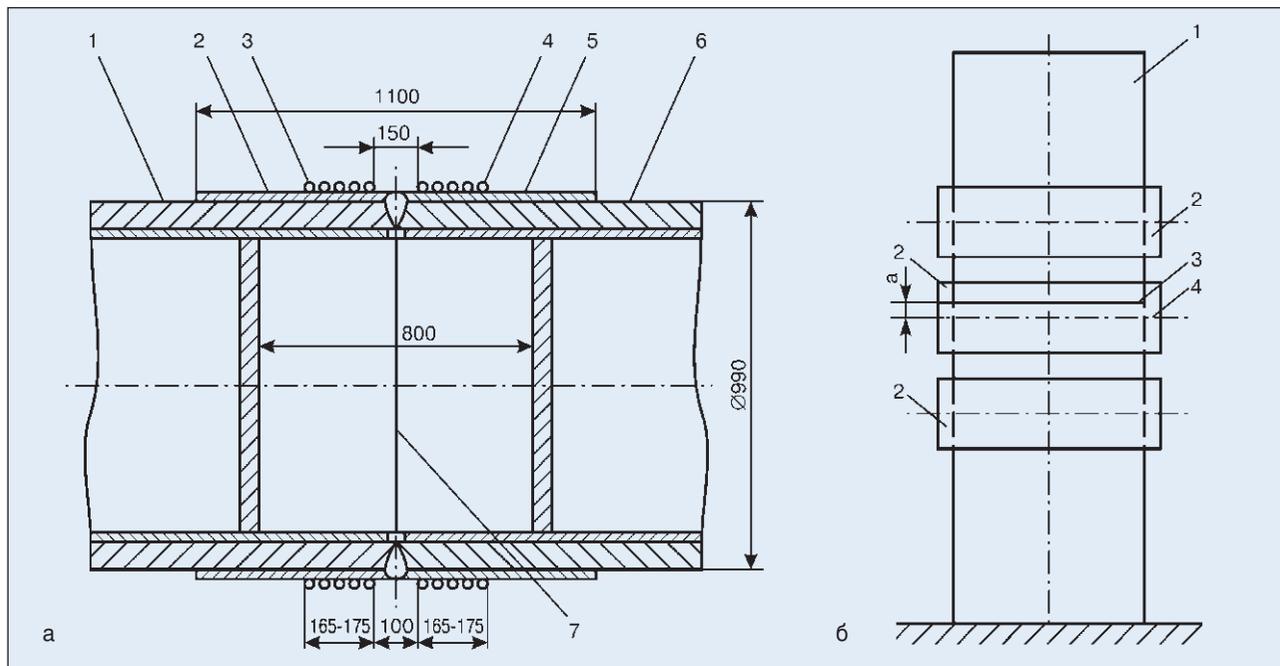


Рис. 2. Вертикальное сварное соединение ГЦК 5-го блока Нововоронежской АЭС с реактором ВВЭР-1000 (термообработка с нагревом индукционными токами частотой 2500 Гц): 1 — сварное соединение; 2 — наружная изоляция; 3 — первая секция индуктора; 4 — вторая секция индуктора; 5 — плакирующий слой; 6 — внутренняя теплоизоляционная перегородка; 7 — сварной шов

типа «труба плюс труба», соединение труб со штуцерами трубопроводной арматуры (тройниками, задвижками и т. п.) и различных сосудов давления (рис. 2). Диаметр штуцеров, как правило, на 80–100 мм больше, чем диаметр труб. Толщина стенки штуцера может быть до 100 мм, что на 10–15 мм больше толщины стенки трубы. Кроме того, на штуцерах, как правило, имеются небольшие прямые участки, на которых можно устанавливать электронагреватели (рис. 3).

Местную термическую обработку сварных соединений трубопроводов выполняют с использованием следующих методов нагрева: индукционного токами промышленной частоты 50 Гц, индукционного токами средней частоты 2500 Гц, электрического радиационного сопротивления, комбинированного (электросопротивления плюс индукционного тока промышленной частоты 50 Гц) с использованием электронагревателей комбинированного действия. Газолампный нагрев для вышеуказанной технологической операции практически не применяется.

Эти методы нагрева имеют разные возможности для обеспечения равномерности нагрева при местной термообработке сварных соединений.

Трудности в обеспечении равномерности нагрева по окружности сварных соединений заключаются в том, что верхние участки сварного соединения нагреваются до бо-

лее высокой температуры, чем нижние, за счет радиационного перемещения нагретого воздуха снизу вверх. Поэтому для обеспечения равномерного нагрева необходимо применять определенные технологические приемы, принцип которых заключается в обеспечении большего тепловложения в нижнюю часть сварного соединения по сравнению с тепловложением в верхнюю часть. При этом принцип выравнивания температуры не зависит от марки стали, диаметра и толщин стенок труб, а также положения сварного стыка в пространстве (вертикального или горизонтального).

В последние годы при проведении работ по термической обработке сварных соединений при монтаже, строительстве и ремонте трубопроводов в различных отраслях промышленности используют программные многоканальные электротермические установки с плоскими гибкими электронагревателями сопротивления, носящими различные названия (нагревательные маты, поверхностные коврики и т. п.), но фактически представляющие одно и то же. Мощность $P_э = 2,7$ кВт, сила тока $I_э = 45$ А, напряжение $V_э = 60$ В, площадь поверхности электронагревателей $S_э = 650$ см². Этот метод нагрева все более вытесняет из практики проведения местной термообработки индукционные методы нагрева токами промышленной и средней частоты. Он имеет боль-

шие преимущества, так как обеспечивает равномерный нагрев по окружности сварного соединения труб большого диаметра за счет применения нескольких каналов нагрева в разных зонах (рис. 4).

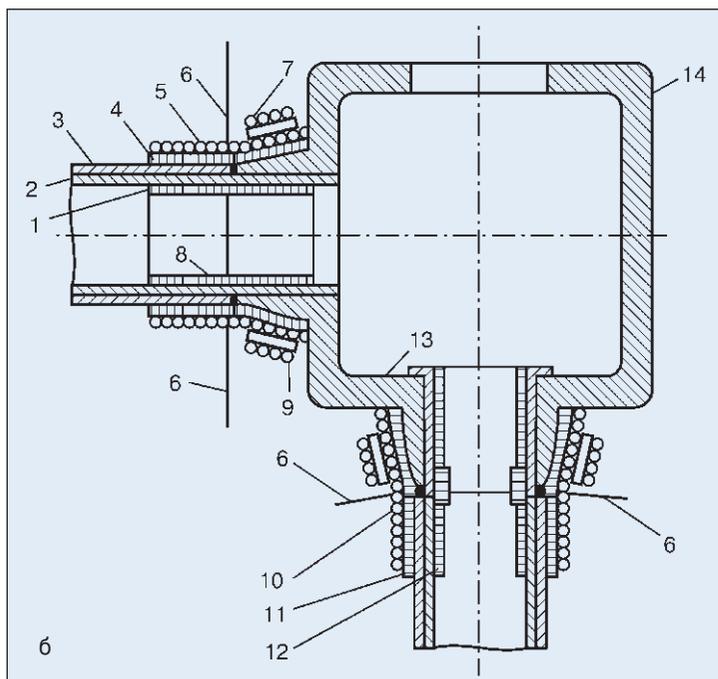
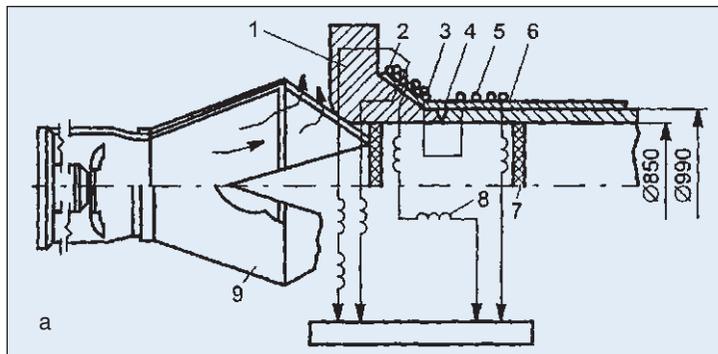


Рис. 3. Виды сварных соединений: а — общий вид сварного соединения трубы контура ГЦК с патрубком корпуса реактора ВВЭР-1000 (1 — патрубок; 2 — индуктор, установленный на патрубке; 3 — ограничительные штыри; 4 — теплоизоляция зоны сварного шва; 5 — индуктор, установленный на трубе; 6 — теплоизоляция участка трубы; 7 — внутренние теплоизоляционные перегородки; 8 — регулирующие дроссели; 9 — осевой вентилятор с диффузором); б — общий вид сварных соединений труб с патрубками ГЦН на АЭС с реактором РБМК-1000 (1 — внутренняя теплоизоляция вертикального стыка; 2 — плакировка трубы и патрубка ГЦН; 3 — труба; 4 — наружная теплоизоляция вертикального стыка; 5 — первый слой (внутренний) индуктора; 6 — термоэлектрические термометры; 7 — второй слой (наружный) индуктора; 8 — горизонтальный сварной стык; 9 — асбоцементные прокладки; 10 — вертикальный сварной стык; 11 — наружная теплоизоляция горизонтального стыка; 12 — внутренняя изоляция горизонтального стыка; 13 — патрубок ГЦН; 14 — корпус ГЦН); в — горизонтальное сварное соединение типа «труба плюс труба» (1 — сварное соединение; 2 — секции электронагревателей типа КЭН; 3 — центр сварного шва; 4 — центр нагрева; а — величина смещения вниз центра нагрева от центра сварного шва для обеспечения равномерности нагрева)

Равномерность нагрева обеспечивается автоматически благодаря установленной в каждой зоне термопаре, регулирующей нагрев, и предварительной настройке программ нагрева всех каналов на один и тот же цикл. Применение такой схемы нагрева при термообработке сварных соединений трубопроводов больших диаметров во многом помогает добиться равномерности нагрева по окружности сварного соединения. Технологию зонального нагрева используют и для других видов электронагревателей сопротивления, а также в некоторых случаях для электронагревателей других методов нагрева. Витки гибких индукционных электронагревателей и электронагревателей типа КЭН, как правило, размещают на вертикальных сварных соединениях так, чтобы зазоры между витками в верхней части стыка были большими, чем в нижней части стыка (см. рис. 2, а). При этом за счет увеличения зоны нагрева в верхней части стыка обеспечивается равномерный нагрев по окружности сварного соединения. Для горизонтальных сварных соединений центр нагрева смещают вниз от центра сварного шва на 15–20 см, что обеспечивает дополнительный нагрев нижних участков металла и по длине сварного соединения (см. рис. 2, б). Эти технологические приемы нагрева регламентированы различными НТД, например, РД 153–34.1–003–01 (РТМ–1с), ОСТ 36–50–86, «Рекомендации по термической обработке сварных соединений при строительстве и ремонте газопроводов «ОАО Газпром» и др.

Следует отметить, что хорошая технологическая проработка методов нагрева с использованием электронагревателей типа КЭН или индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц обеспечивает необходимую равномерность нагрева с допуском до $\pm (10–15)^\circ\text{C}$ при местной термообработке сварных соединений газопроводов больших диаметров ($D_{\text{тр}} = 825...1420$ мм). Необходимая равномерность нагрева по окружности сварного соединения была получена при использовании КЭН на магистральном газопроводе Сахалин-2 (трубы размером $920 \times 53,5$ мм) и при использовании индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц на опытных работах при строительстве газопровода Бованенково-Ухта в 2008 г. (трубы размером $1420 \times 34,3$ мм).

Для обеспечения равномерности нагрева по окружности вертикального сварного соединения могут быть использованы и дру-

гие технологические приемы, например, увеличение толщины слоя теплоизоляции в нижней части сварного соединения по сравнению с толщиной слоя теплоизоляции в верхней части, однако эти методы носят только вспомогательный характер.

Равномерность нагрева по длине сварного соединения также можно обеспечить, используя различные технологические методы в зависимости от системы регулирования цикла термообработки данного типа электротермического оборудования. Эту равномерность нагрева определяет величина зоны равномерного нагрева $L_{р.н}$ (см. рис. 2), которая в различных НТД различна. Например, в тепловой и атомной энергетике трубы, как правило, имеют большую толщину стенок ($S_{ст} \geq 30$ мм), поэтому

$$L_{р.н} = 4S_{ст} + b, \quad (1)$$

где b — ширина сварного шва, мм (см. рис. 1).

Величина зоны полного нагрева $L_{п.н}$ определяется длиной зоны размещенных на сварном соединении электронагревателей при неавтоматической системе управления циклом термообработки: $L_{п.н} \geq 2L_{р.н}$, при автоматической программной системе управления процессом термообработки $L_{р.н}$ по величине практически совпадает с $L_{п.н}$. В нефтяной и газовой промышленности, где главным образом применяют трубы с небольшой толщиной стенок ($S_{ст} < 30$ мм),

$$L_{п.н} = 5D_{вн} / 2S_{ст}, \quad (2)$$

где $D_{вн}$ — внутренний диаметр трубы, мм. При этом $L_{р.н} \geq 0,5 L_{п.н}$.

Следует отметить, что величины зон $L_{р.н}$, полученные по формулам (1) и (2), не совпадают, так как в формуле (2) $D_{вн}$ имеет более высокое значение.

Обеспечение необходимых величин $L_{п.н}$ и $L_{р.н}$ для сварных соединений типа «труба плюс труба» не представляет принципиальных трудностей, поскольку прямые участки труб позволяют устанавливать электронагреватели заданной длины. При поставке труб с заводской тепловой изоляцией в проектной документации указывается необходимая длина оголенного участка.

Большие сложности возникают при местной термообработке сварных соединений труб со штуцерами трубопроводной арматуры и различных сосудов давления, что связано главным образом с небольшой длиной прямых участков штуцеров, пригодных для установки электронагревателей, и большой

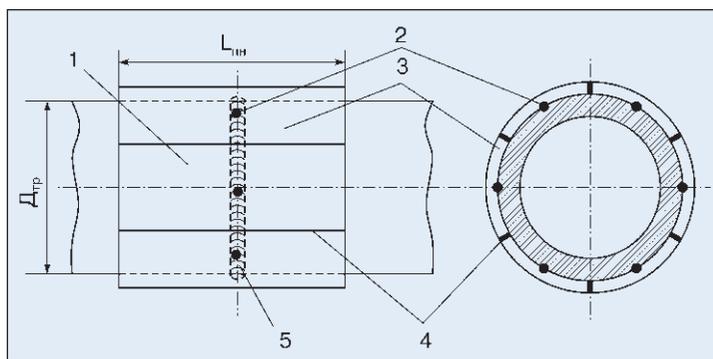


Рис. 4. Схема размещения электронагревателей на сварном соединении для обеспечения равномерности нагрева по окружности сварного шва: 1 — сварное соединение; 2 — места установки термодатчиков в центре зон нагрева; 3 — зоны нагрева (зоны установки секций электронагревателей); 4 — границы зон нагрева; 5 — сварной шов

толщиной стенок. Для таких сварных соединений малопригодны плоские гибкие электронагреватели сопротивления типа нагревательных матов и ковриков в связи с их низкой удельной мощностью (не более $4,5 \text{ Вт/см}^2$), в то время как у электронагревателей КЭН удельная мощность 10 Вт/см^2 , а у индукторов — $9\text{--}12 \text{ Вт/см}^2$. При термообработке таких сварных соединений следует на сторону штуцера вводить мощность, превышающую мощность, вводимую со стороны трубы. Для этого необходимы мощные электронагреватели и специальные технологические приемы термообработки.

При проведении местной термообработки сварных соединений труб контура многократной принудительной циркуляции (МЩ) размером 836×42 мм с патрубками ГЦН (главных циркулярных насосов) Курской АЭС с реактором РБМК-1000 возникли трудности, связанные с особенностями конструкции сварных соединений. Патрубки ГЦН имеют небольшую длину (примерно 220 мм), больший, чем у трубы, диаметр (940 мм) и большую толщину стенки (до 90 мм). Такая конструкция сварных соединений не позволяет использовать индуктор с установочной длиной более 400 мм, а также создает значительный теплоотвод в корпус насоса.

Для получения требуемой зоны равномерного нагрева этих сварных соединений при нагрузке до 650°C в тресте «Центроэнергомонтаж» (Минэнерго СССР) была разработана технология, заключающаяся в использовании индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц. Индуктор двухслойный водоохлаждаемый, второй слой которого из четырех витков наматывали в кон-

це зоны равномерного нагрева, т. е. центр нагрева двухслойного индуктора находился на расстоянии 100 мм от центра шва (см. рис. 3). Это обеспечивало дополнительный нагрев утолщенной части патрубка и компенсировало потери теплоты в корпусе ГЦН.

Особенностью местной термообработки сварного соединения труб главного циркуляционного контура размером 990×70 мм из стали 10ГН2МФА, плакированного аустенитной сталью ЭИ-898, с патрубком корпуса реактора ВВЭР-1000 из стали 15Х2НМФА является небольшая длина патрубка и большая толщина его стенки до 150 мм (см. рис. 3).

В результате проведенных отделом электронагрева НПО «ЦНИИТМАШ» экспериментальных работ на модели участка корпуса реактора была разработана технология термической обработки, заключающаяся в проведении нагрева индукционным током средней частоты 2500 Гц двумя водоохлаждаемыми индукторами токов, установленными на сварном соединении со стороны трубы (однослойный водоохлаждаемый индуктор) и со стороны патрубка (двухслойный водоохлаждаемый индуктор) (см. рис. 3, а). Это обеспечило большое тепловложение в зону сварного соединения со стороны патрубка и способствовало получению равномерного нагрева по длине сварного соединения.

Многолетняя практика проведения местной термообработки сварных соединений технологических трубопроводов, расположенных на промышленных объектах (в пределах территории различных заводов, электростанций, обвязки технологических колонн и т.п.), показала, что количество сварных соединений типа «труба плюс штуцер» какого-либо оборудования, трубопроводной арматуры и т.п. достигает до 50% от общего количества сварных соединений, что ограничивает возможность широкого применения плоских гибких электронагревателей сопротивления.

Особенно сложным является обеспечение равномерности нагрева по толщине стенки сварных соединений труб ΔT_s , причем эти трудности увеличиваются с ростом толщины стенок. Перепад температуры по толщине стенки во многом определяет качество термообработки, так как говорит о снижении температуры нагрева корневых слоев шва, которые непосредственно контактируют с рабочей средой в трубах. Если для сварных соединений из незакаливающихся низкоуглеродистых и кремнемарганцевых ма-

рок сталей 20, 15 ГС, 09Г2С и др., где при термообработке не происходят структурные изменения, а имеет место только снижение уровня сварочных напряжений, это не имеет принципиального значения, то для закаливаемых теплоустойчивых сталей (12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 10 ГН2МФА и др.) снижение температуры нагрева ничем не может быть компенсировано. Величина перепада температуры по толщине стенки сварных соединений во многом зависит от метода нагрева, что является определяющим для обеспечения высокого качества местной термообработки сварных соединений. Для определения действительной величины ΔT_s необходимо проведение контроля температуры на двух поверхностях сварного соединения: (наружной и внутренней) путем установки там термодатчиков (см. рис. 1), что практически невозможно для подавляющего большинства сварных соединений трубопроводов при местной термообработке в связи с отсутствием доступа к внутренней поверхности сварного соединения.

В связи с этим во многих НТД по термообработке сварных соединений указывается проведение контроля температуры только наружной поверхности сварного соединения, что заранее вносит значительную погрешность в определение величины ΔT_s .

Анализируя технологический процесс местной термообработки сварных соединений трубопроводов, можно сделать вывод, что на величину ΔT_s , кроме толщины стенки труб $S_{ст}$, влияют следующие факторы: метод нагрева при термообработке (таблица), диаметр труб $D_{тр}$, скорость нагрева $V_{нагр}$ (°С/ч), ширина зоны установки электронагревателей на сварном соединении $L_{п.н}$.

Увеличение толщины стенки труб, безусловно, вызывает рост ΔT_s , так как к сварным соединениям труб при термообработке осуществляется односторонний подвод теплоты, т. е. электронагреватели устанавливаются на наружной поверхности. В этом случае ΔT_s во многом зависит от применяемого метода нагрева. В таблице приведены опытные данные полученных перепадов температуры по толщине стенки сварного соединения трубы размером 325×40 мм при скорости нагрева $V_H = 350...400^\circ\text{C}$, $L_H = 8S_{ст}$ (320 мм), что характерно для сварных соединений труб с $S_{ст} \leq 70$ мм (температура нагрева 710–740°С). Термодатчики были установлены на сварном шве.

При использовании электронагревателей сопротивления и типа КЭН нагрев осу-

ществляется с одной стороны (с наружной поверхности сварного соединения), поэтому величины ΔT_s значительны и примерно составляют $1^\circ\text{C}/\text{мм}$ толщины стенки.

При индукционном нагреве теплота возникает непосредственно в стенке трубы за счет действия электромагнитного поля индуктора. При этом индукционный нагрев токами промышленной частоты 50 Гц обеспечивает равномерное образование теплоты по толщине стенки. Удельная величина перепада температура $0,2\text{--}0,25^\circ\text{C}/\text{мм}$ толщины стенки получается за счет охлаждающего влияния воздуха, находящегося внутри трубы. При этом с увеличением диаметра трубы удельная величина перепада температуры несколько возрастает в связи с увеличением объема воздуха внутри трубы.

При индукционном нагреве токами средней частоты 2500 Гц теплота возникает в стенке труб за счет поверхностного эффекта, т. е. неравномерно по толщине стенки и в начале нагрева теплота образуется в верхних слоях металла, и затем постепенно глубина проникновения увеличивается, однако, в конце цикла термообработки ΔT_s все же больше, чем при индукционном нагреве токами 50 Гц (см. таблицу). Величину ΔT_s можно значительно снизить при условии применения дополнительных технологических приемов, к которым в первую очередь относится использование внутренней теплоизоляции и двухстороннего нагрева.

Нормативные документы по местной термообработке сварных соединений в различных отраслях промышленности допускают пределы температуры нагрева при термообработке обычно в пределах 30°C (например, $710\text{--}740^\circ\text{C}$ для сварных соединений из стали марки 12Х1МФ по РД 153–34.1–003–01), поэтому при условии нагрева до верхнего предела 740°C допускается перепад до 30°C . Практика проведения работ по местной термообработке показала, что использование электронагревателей сопротивления и типа КЭН допустимо для $S_{\text{ст}} \leq 30$ мм, при $S_{\text{ст}} = 31\text{--}60$ мм необходима установка внутренней теплоизоляции, а при $S_{\text{ст}} > 60$ мм получение $\Delta T_s \leq 30^\circ\text{C}$ возможно только при двухстороннем нагреве, что редко бывает возможно при местной термообработке.

Установку электронагревателей на внутренней поверхности сварных соединений, что облегчает применение двухстороннего нагрева, применяют при изготовлении и монтаже блоков труб больших диаметров при строительстве морских платформ.

Таблица. Зависимость ΔT_s от метода нагрева

Метод нагрева	Полученное значение ΔT_s , $^\circ\text{C}$	Удельная величина перепада температур по толщине стенки, $^\circ\text{C}/\text{мм}$
Индукционный:		
токами промышленной частоты 50 Гц	8–10	0,2–0,25
токами повышенной (средней) частоты 2500 Гц	22–28	0,52–0,58
Электрического сопротивления	38–42	1,0
Комбинированный — электронагревателями КЭН	33–35	0,8–0,9

Многолетняя практика проведения местной термообработки сварных соединений прямых стыков («труба плюс труба») при монтаже трубопроводов диаметром 990 мм, толщиной стенки 70 мм из стали 10ГН2МФА I контура АЭС с реактором ВВЭР–10а с использованием индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц показала технологические преимущества этого метода нагрева по сравнению с применением метода электросопротивления, в части обеспечения необходимой равномерности нагрева по толщине стенки.

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать вывод, что наименьшие значения ΔT_s , получаются при использовании индукционного нагрева токами промышленной частоты 50 Гц, однако в последние годы его применяют крайне редко в связи с большим расходом электроэнергии ($\cos\varphi \leq 0,25$). Удовлетворительные данные получены при использовании индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц, который за последние годы в связи с разработкой и внедрением статических электротермических преобразователей получает более широкое применение. Следует отметить, что практически во всех НТД по местной термообработке сварных соединений трубопроводов, кроме РД 153–34.1–003–01, не существует ограничений по применению электронагревателей сопротивления для сварных соединений с большой толщиной стенки, что является серьезным недостатком этих документов. Такие ограничения отсутствуют в НТД зарубежных стран, в том числе и в кодах ASME США, но это не дает права нашим научно-исследовательским организациям повторять негативный зарубежный опыт. Для снижения ΔT_s применяют некоторые технологические приемы: увеличение ширины зоны нагрева (установка дополнительных электронагревателей), снижение скорости нагрева, одна-

ко эти методы играют вспомогательную роль и не могут значительно уменьшить величину ΔT_s , вызывая увеличение стоимости работ по местной термообработке.

Увеличение времени выдержки оказывает существенное влияние только при индукционном нагреве токами средней частоты 2500 Гц, при остальных методах нагрева это влияние составляет несколько градусов, но значительно увеличивает сроки проведения и стоимость местной термообработки.

Особенно высокие значения ΔT_s в сварных соединениях труб со штуцерами различных сосудов давления, что особенно характерно для атомных электростанций с реакторами РБМК-1000 и ВВЭР-1000 (см. рис. 3). Значительная разница в диаметрах и толщине стенок труб и штуцеров, а также небольшая величина прямых участков сварных соединений, на которых можно устанавливать электронагреватели сопротивления типа нагревательных матов и ковриков только с наружной стороны, практически не дают возможности получать нормативные температурные режимы местной термообработки таких сварных соединений.

Двухстороннее размещение (снаружи и внутри сварного соединения) электронагревателей в большинстве случаев невозможно в связи с крайне затруднительным размещением электронагревателей внутри такого сварного соединения. Для таких сварных соединений наиболее рациональным является применение индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц с использованием водоохлаждаемых индукторов.

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы.

В последние годы наблюдается заметное увеличение использования при местной термообработке сварных соединений труб и цилиндрических сосудов давления больших диаметров ($D_{тр} = 825...1420$ мм) с толщиной стенок до 70 мм электронагревателей сопротивления типа нагревательных матов и ковриков, а также программных электротермических установок в основном иностранного производства. Это приводит к снижению качества термообработки особенно сварных соединений труб из теплоустойчивых марок сталей.

Для обеспечения высокого качества местной термообработки вышеуказанных сварных соединений наиболее рационально применение индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц с использованием отечественных программных установок со статическими преобразователями, например установок типа «Интерм» производства ООО НПП «Курай» (Уфа) единичной мощностью до 400 кВт (обычно 150–250 кВт).

При корректировании существующей НТД по местной термообработке или разработке новых НТД необходимо предусмотреть ограничения по применению электронагревателей сопротивления в зависимости от толщины стенок труб, аналогично приведенным в РД 153–34.1–003–01.

С целью обеспечения равномерности нагрева по окружности сварных соединений труб больших диаметров при индукционном нагреве токами средней частоты 2500 Гц необходимо тщательно отработать технологические приемы, приведенные в авторских свидетельствах № 436098 и № 844638, РД 153–34.1–003–01 (РТМ–1с), ОСТ 36–50–86 и других НТД. Необходима отработка технологических приемов местной термообработки сварных соединений труб со штуцерами технологического оборудования (реакторов, колонн, насосов и др.) с использованием индукционного нагрева токами средней частоты 2500 Гц. ● #969



УГМК начала поставки горячекатаного листового проката с антикоррозионным покрытием

ОАО «Украинская горно-металлургическая компания» (УГМК) наладила процесс обработки и поставки горячекатаного листового проката с антикоррозионным покрытием на украинский и зарубежные рынки. Об этом сообщила пресс-служба компании.

Согласно сообщению, данная продукция наиболее востребована судостроительными и машиностроительными предприятиями, а также представляет интерес для потребителей, уделяющих повышенное внимание к сохранению качественных характеристик металлопроката при его транспортировке и долгосрочном хранении.

Для антикоррозионной обработки используются грунтовые покрытия Hempel 15890, Jotun Muki Z, Sigma Weld. Это позволяет обеспечивать качество покрытия, соответствующее самым строгим европейским требованиям. Помимо антикоррозионного покрытия, технологический процесс обработки листового проката предусматривает устранение окалины и включений путем дробебетной очистки. В соответствии с пожеланиями заказчиков, лист также может быть раскроен путем термической резки. Производственные мощности на сегодняшний день позволяют обрабатывать до 3 тыс. т листа в месяц, объемы планируются наращивать.

Справка. УГМК создана в 1998 году. Занимает лидирующие позиции среди металлотрейдеров Украины в продажах металлопроката и труб. Ежедневно запас металлопродукции на площадках сети составляет порядка 80 000 т. Имеет наиболее развитую сеть собственных региональных предприятий — на сегодняшний день работает 35 торговых площадок в разных регионах Украины.

УГМК представляет на рынке Украины интересы ОАО «Алчевский металлургический комбинат», ОАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Ф. Э. Дзержинского», ОАО «Краматорский металлургический завод им. Куйбышева», ОАО «Днепропетровский трубный завод». УГМК — единственный отечественный металлотрейдер, система управления качеством которого подтверждена сертификатом ISO 9001:2000.

В 2006 г. компания УГМК вышла на внешнеэкономический рынок как Международная Металлоторговая Сеть.

www.ugmk.info



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

Разработка и изготовление оборудования

для механизированной дуговой наплавки

PM-10 —
установка
автоматической
наплавки
прокатного
инструмента
и других цилиндри-
ческих деталей



PM-УСВФ-1(2) —
установка авто-
матической
сварки
воздушных фурм
доменных печей

ИЗРМ-5 —
универсальная
установка
автоматической
наплавки
малогобаритных
цилиндрических
деталей



КОМПАНІЯ
КРИОГЕНСЕРВИС

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

виробник криоциліндрів



Днепрометиз

Группа предприятий «Северсталь-метиз»

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

www.dneprometiz.com.ua

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

ПРОВОЛОКА:

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

СЕТКИ:

плетеные
сварные
рифленные

ЭЛЕКТРОДЫ:

MP-3
АНО-4
АНО-36
АНО-21
УОНИ

**ГВОЗДИ
БОЛТЫ
ГАЙКИ**



С 1992 г. на рынке сварочного оборудования Украины



предприятие
«Триада-Сварка»

г. Запорожье

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



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

Разделка кромок листов под сварку мобильными кромкоscalывающими машинами типа МКС–У

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

Качество сварного шва во многом зависит от соблюдения технологии сварки. Наиболее ответственным фактором является подготовка заготовок к сварке.

Подготовка кромок — предшествующая сварке плавлением технологическая операция снятия части металла кромок с приданием им заданной формы для улучшения условий сварки. Разделку кромок осуществляют посредством строгания, фрезерования, кислородной резки и т. п. Относительно одной кромки говорят о скосе кромки. Разделка кромок — канавка заданной формы, образуемая между собранными под сварку кромками в результате снятия части металла кромок и предназначенная для заполнения ее присадочным металлом. Тип разделки кромок определяется очертанием их поперечного сечения в собранном виде. Чаще всего разделка образуется приданием каждой из кромок обычного, прямолинейного, реже — криволинейного скоса.

При разделке кромок листов на них образуются шероховатая поверхность, вырывы металла, брызги на поверхности листа, а также нарушается структура металла и происходит его окисление в зоне реза.

После термической резки необходима операция зачистки кромки шлифовальными кругами до металлического блеска. Для получения необходимого качества кромки следует снять 2–3 мм металла. В процессе обработки шлифовальными машинками не-

возможно выдержать угол разделки и величину притупления по всей длине кромки.

Более прогрессивным способом обработки кромки является снятие кромки с помощью кромкообрабатывающего оборудования. Механическая обработка позволяет сформировать чистую (без оксидов) кромку, выдержать все геометрические параметры кромки: углы, величину притупления по всей длине листа согласно нормативам. К тому же, в отличие от всех остальных способов обработки кромок, этот вид обработки позволяет делать черновую и чистовую обработку кромки на одном и том же оборудовании. Подготовка кромки под сварку механической обработкой обеспечивает более высокое качество сварного шва при более низких затратах по сравнению с затратами при других способах подготовки.

Благодаря механической обработке в зоне будущего сварного шва отсутствуют изменения кристаллической решетки, вызываемые обезуглероживанием поверхностного слоя, которое возникает при плазменной или газовой резке кромки. Кроме того, механическая обработка исключает сторонние внедрения оксида алюминия или карбида кремния, которые образуются при обработке кромки сварного шва абразивом.

Механическим способом кромки срезают на строгальных, фрезерных, кромкоscalывающих станках (рис. 1). Криволинейные кромки обрабатывают на фрезерных станках с ЧПУ. Обработка кромки ручным инструментом отличается низкой производительностью и большими затратами физического труда. Станки для скашивания кромки, строгальные или фрезерные потребляют много энергии, имеют большие размеры, требуют много места для установки, специальные фундаменты, высококвалифицированный обслуживающий персонал.

По мнению автора, массовому внедрению малых, мобильных кромкоscalывающих машин мешает инерция мышления. Руководителю предприятия очень трудно по-

Рис. 1. Скашивание кромки машиной МКС–18, заготовка лежит на краю стапеля



верить, что установку массой в два десятка тонн может заменить маленькая машинка, производительность которой на порядок выше. Время обработки и себестоимость одного метра шва просто не с чем сравнивать.

Мобильные кромкоскальвающие машины скашивают кромки заготовки методом скальвания. На *рис. 1* показана одна из первых моделей машин МКС-18, разработанная на Симферопольском заводе СЭЛМА. Машина продвигается вдоль листа из Ст3 длиной 12 м, скальвая фаску размером 6 мм под углом 45° за один проход. Фактическое время обработки 5 мин. Волнистость листа, в отличие от больших машин, не влияет на размеры фаски, на волне машина просто поднимается вверх, оставляя неизменной геометрию фаски. При обработке кривых в большинстве случаев не требуется даже дополнительной регулировки машины.

Рабочие органы машины МКС-18 расположены очень низко, что не совсем удобно при работе, кроме того, при изменении параметров фаски меняется высота куттера, требуется регулировка высоты. Так появилась идея сделать универсальную машину. Первой была МКС-18У. В отличие от итальянских машин GBC фирмы Challenge, канадских КВМ предприятия Gullko, где буква U обозначает, что машина предназначена для скальвания кромки снизу, на машинах ОАО «СЭЛМА» типа МКС-У буква У обозначает — универсальная, скальвает кромки сверху или снизу одна и та же машина.

Кромкоскальвающий модуль смонтирован в переворачивающемся каркасе на тележке, имеющей регулировку по высоте. Переналадка для обработки фаски с противоположной стороны занимает минимальное время.

Небольшие заготовки, которые можно переносить вручную, обрабатывают, пропуская их через стоящую на месте машину (*рис. 2*).

Следующая модель машины МКС-21У была разработана с новым, более мощным редуктором (*рис. 3*). Сохранены все преимущества машины МКС-18У, максимальный размер фаски увеличен до 21 мм. Увеличение ширины опорного ролика позволило более точно выдерживать угол фаски по длине заготовки, но остался существенный недостаток присущий машинам этой конструктивной схемы, не только производства Украины, но также Италии и Канады — ступенчатая регулировка угла скальвания.

С появлением редуктора нового поколения появилась возможность устранить этот недостаток. В новой машине МКС 21У-03

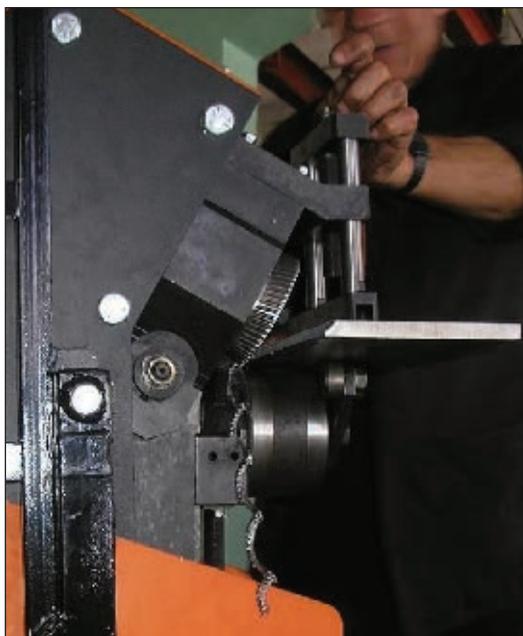


Рис. 2. Машина МКС-21У. Скальвание кромки небольшой заготовки. Заготовка автоматически продвигается через машину



Рис. 3. Машина МКС-21У. Скальвание фаски снизу

ось редуктора расположена горизонтально, такая компоновка позволила разместить под редуктором винт плавной регулировки угла скальвания. Плавная регулировка позволяет выдерживать угол практически с нулевой точностью. Удобная регулировка параллельности оси поддерживающего ролика заготовке. Плавная и очень быстрая переналадка с обработки верхней фаски на нижнюю, и наоборот. Простая и удобная регулировка высоты модуля.

Кромкоскальвающая машина МКС-21У-03 предназначена для подготовки кромок листового металла к сварке методом скальвания. Машина производит скальвание фасок с верхней и нижней сторон листа. Регулировка угла скальвания плавная (от 22,5 до 55°). Машина оборудована тележкой на колесах, легко передвигается по рабочей площадке одним рабочим, работает в само-

Техническая характеристика МКС-21У-03:

Напряжение питающей сети, В.....	380
Скорость вращения скалывающего инструмента, мин ⁻¹ ... 9	
Скорость скалывания кромки, м/мин	1,8
Углы скоса кромки, ... °	22,5–55
Толщина обрабатываемого листа, мм	До 40
Наибольшая ширина скалываемой кромки за первый проход, мм	11
Наибольшая ширина скалываемой кромки, мм.....	21
Высота ступеля для укладки заготовок, мм	1040
Диаметр куттера, мм.....	110
Масса машины, кг	200

ходном режиме. Заготовка остается неподвижной, а машина автоматически перемещается вдоль срезаемой кромки, маленькие заготовки пропускают через стоящую на месте машину. Скалывающий инструмент — куттер одновременно скалывает фаску и, захватывая пазами заготовку, продвигает машину вперед.

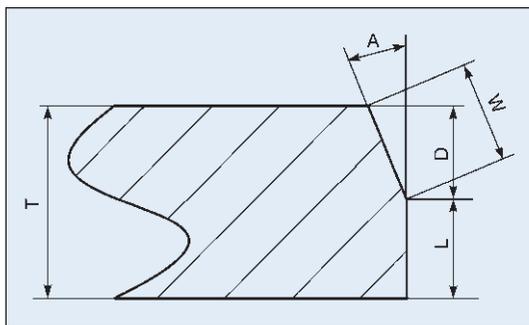


Рис. 4. Форма и размеры кромки

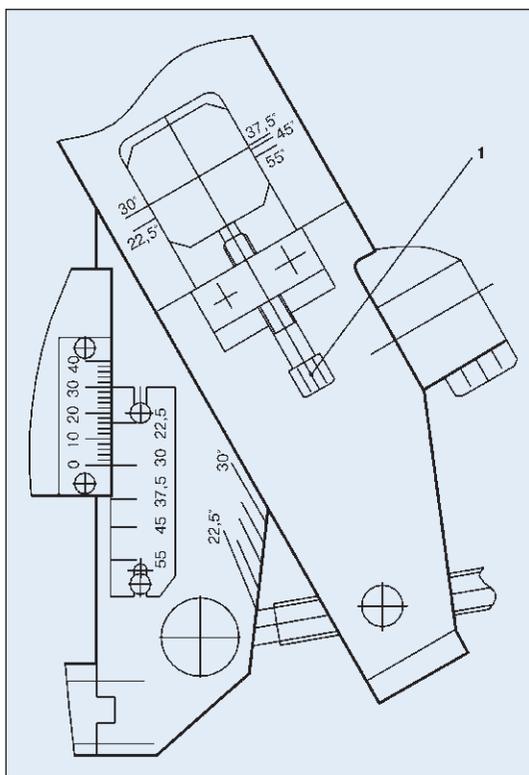


Рис. 5. Установка угла скоса кромки: угол 30°, притупление 0

При скалывании фаски сверху листа колеса должны быть разгружены, машина висит на заготовке. При скалывании фаски снизу машина на пружинах подпирает заготовку. Ось вращения опорного ролика параллельна поверхности заготовки (от опорного ролика остается двойной след).

Производительность машины зависит от следующих факторов:

- временного сопротивления обрабатываемого металла растяжению;
- формы и размера кромки (рис. 4): ширины кромки W, угла скоса кромки A, притупления L, глубины кромки D, толщины заготовки T;
- количества проходов при обработке кромки;
- квалификации обслуживающего персонала.

Регулировки размера максимально 3 мм. Чем меньше размер, тем выше производительность машины.

Подготовка к работе. Для установки угла скоса кромки необходимо, вращая регулировочный винт, установить требуемый угол. Изменить наклон машины так, чтобы ось поддерживающего ролика стала параллельно поверхности заготовки.

Регулировочными винтами 1 (рис. 5) установить риску на торце вала против требуемого угла, проверить максимальный размер 3 мм (рис. 6). Зажать гайку на торце вала. От правильной регулировки этого размера зависит ресурс куттера, скорость скалывания. Чем меньше расстояние от нижнего края куттера до края заготовки, тем выше производительность, тем больше ресурс инструмента. При увеличении этого размера куттер начинает скользить по заготовке, рабочая поверхность перегревается, стойкость инструмента снижается, изнашивается рабочая кромка, выламываются зубцы. Рабочая кромка куттера должна быть отрегулирована так, чтобы она находилась как можно ближе к краю заготовки. Величину притупления регулируют перемещением подвижного основания, на котором закреплен опорный ролик.

Следует учитывать, что на размеры кромки влияют шероховатость заготовки, окалина, загрязнение поверхности заготовки и опорного ролика, волнистость, отклонение толщины заготовки от номинального размера, состояние пола и многие другие факторы.

Опорный ролик должен всегда вращаться свободно. Стружка, пыль, грязь и т. д. могут привести к поломке подшипника опорного ролика.

После регулировки подвижного основания необходимо отрегулировать устройство прижима заготовки:

- поднять с помощью ручки прижимные ролики таким образом, чтобы зазор между прижимными роликами и опорным роликом был больше толщины заготовки;
- поместить заготовку на опорном ролике;
- опустить прижимные ролики, прижать заготовку к опорному ролику.

Прижимные ролики не следует прижимать к заготовке с большим усилием. Необходим небольшой зазор для компенсации неровностей материала. Заготовка должна перемещаться свободно.

Требования к заготовке. В начале скалывания и на выходе машина испытывает повышенные нагрузки. Во избежание поломки скалывающего инструмента в начале и в конце обрабатываемой стороны заготовки должны быть фаски, выполненные под требуемым для скалывания углом. Необходимо, чтобы с углов ведущей и нижней кромок заготовки были удалены заусеницы до начала скалывания кромки.

Пробное скалывание кромки. Для определения размера скалывания необходимо произвести пробное скалывание кромки, замерить фактический размер притупления L , на полученный размер настроить подвижную градусную шкалу (см. рис. 1), по таблице установить рабочий размер притупления.

Переналадка машины для обработки нижней кромки. Ослабить винт суппорта, за рукоятки повернуть модуль на 180° , установить ось опорного ролика параллельно поверхности листа, затянуть суппорт, отрегулировать высоту.

Прерывание подачи заготовки. Заготовка может не подаваться, если скалывающий инструмент скользит, что может быть связано с износом скалывающего инструмента, действием внешних сил и т. д. Если произойдет прерывание в подаче заготовки, не следует передвигать машину, во время работы трести машину или заготовку, это может привести к поломке скалывающего инструмента.

Необходимо остановить и обесточить машину, затем:

- поднять устройство прижима заготовки;
- опустить подвижное основание;
- освободить скалывающий инструмент от обрабатываемой заготовки;
- отодвинуть машину от заготовки и зачистить кромки заготовки от заусениц и неровностей;
- сделать фаску в месте остановки;

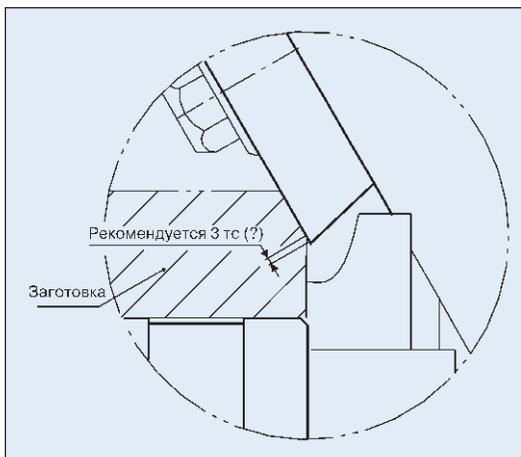


Рис. 6. Регулировка прижимного устройства

- устранить причину прерывания подачи;
- повторить наладку и снова включить машину.

Практический пример. Мобильные кромкоскалывающие машины серии МКС-У скалывают кромку, продвигаясь вдоль обрабатываемого листа сверху или снизу заготовки. Лист металла кладут на ступель, не выставляя. Машину, настроенную на нужный размер, надвигают на кромку, затем она автоматически продвигается вдоль листа, снимая фаску. После того как машина обошла лист со всех сторон, скалывают кромку с одной стороны листа, переворачивают кромкоскалывающий модуль и скалывают кромку уже с другой стороны листа.

В зависимости от размера фаски и марки металла производительность машины до 2 м/с. Примем 1,5 м/мин. Предположим лист 12×2 м, фаска с двух сторон: $(12+12+2+2) \cdot 2 = 56$ м фаски. $56/1,5 = 37,3$ мин заняла чистая обработка. Плюс 1 мин для установки машины на каждом углу (на самом деле намного меньше) и 1 мин на переворачивание модуля ($4 \cdot 2 + 1 = 9$ мин). Итого $37,3 + 9 = 46,3$ мин.

Ставим рядом еще одну машину. Одна скашивает кромку снизу, другая — сверху, пускаем их одна за другой. Время обработки уменьшается в два раза. Установленная мощность двух машин 3 кВт. Обработка за один проход листа металла 12×2 м со всех сторон составит 23 мин.

Поставим рядом еще один ступель, продолжим работу на втором ступеле, а в это время меняем заготовку на первом. Машинное время практически 100%. Габариты листов, волнистость, отклонение от прямолинейности, кривизна края листа не влияют на качество разделки кромок. На высокой волне машина поднимется вверх, сохраняя установленный размер притупления. ● #970



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.

Расскажите, пожалуйста, о причинах появления шлаков на границе и поверхности сварных швов в виде небольших «бляшек» при сварке стали 09Г2С. Толщина металла $\delta = 6$ мм, стыковой шов. Режим сварки: $I_d = 170-200$ А, $U_d = 20-24$ В, защитный газ смесь 80% Ar + 20% CO₂, используется омедненная сварочная проволока Св-08Г2С, диаметром 1,2 мм.

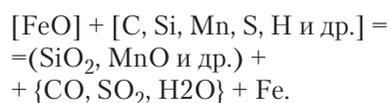
Существуют ли способы уменьшения количества шлаковых «бляшек», так как они не убираются в ваннах травления при горячем цинковании?

В. В. Еремин, г. Новосибирск (Россия)

При сварке в CO₂ считают, что при средней температуре контактирующего газа $t = 2600^\circ\text{C}$ газовая фаза состоит из 53,8 об. % CO₂, 30,8 об. % CO и 15,4 об. % O₂.

Кислород, соприкасаясь с жидкой каплей и ванной, окисляет металл и примеси, входящие в его состав, а также растворяется в металле. Из образующихся на поверхности металла оксидов только некоторые рас-

творяются в нем, большинство же остается в виде шлака. В общем виде для сталей, в том числе для 09Г2С, эти реакции имеют следующий вид:



Элементы и соединения в [] — растворимые в металле, в () — шлаки, в { } — газы.

Поэтому вероятность появления шлаковых «бляшек» высокая и практически не подлежит регулированию режимами сварки, применением проволоки с пониженным содержанием Si и Mn и оптимизацией диаметра проволоки. Только зачистка, например проволочными щетками или игло-фрезами, может способствовать разрыхлению «бляшек» и удалению их при травлении. Исключить появление шлаков на поверхности шва возможно лишь при сварке в среде инертных газов (Ar, He) или их смесях. ● #971

Расскажите, пожалуйста, о достоинствах и недостатках лазерной резки.

Д. И. Панкеев, г. Никополь Днепропетровской обл.

Лазерная резка — это технология, использующая лазерный луч для резки металлов. Ее целесообразно применять для обработки высококачественной углеродистой стали и нержавеющей стали толщиной до 15 мм, конструкционной стали толщиной до 20 мм, листов алюминия и других цветных металлов толщиной до 5 мм, то есть в тех случаях, когда интенсивное отражение не оказывает отрицательного влияния на лазерный луч. Для резки как листовых материалов, так и деталей сложной формы, в том числе строительных конструкций и труб, используют промышленные лазеры. Многоосевые лазеры с компьютерным управлением применяют для обработки отливок и обточек.

Промышленные лазеры способны с высокой точностью разрезать сложные профили. Неровности поверхности реза крайне малы по сравнению с неровностями при механических способах резки и в дальнейшем требуют минимальной обработки. Если свойства разрезаемого металла могут изменяться под воздействием теплоты (пластмасса и др.), края реза отвердевают под действием лазера, что в некоторых случаях может быть полезно. Но если поверхность реза должна пройти дополнительную обработку, такое изменение свойств материала может оказаться проблемой. Как правило, диаметр луча на поверхности разрезаемого материала составляет 0,2 мм, а мощность — от 1 до 2 кВт. Диаметр входного отверстия лазерного реза обычно немного больше, чем выходного. Минимальный радиус угла реза составляет около 0,75 мм.

Для промышленной резки чаще всего используют инфракрасные лазеры большой

мощности: лазеры на углекислом газе, а также алюмо-иттриевые твердотельные лазеры с неодиевым легированием (Nd:YAG). Полупроводниковые лазеры, получившие широкое распространение благодаря использованию в телекоммуникациях и компьютерной технике (принтеры, проигрыватели компакт-дисков), также представляют интерес для промышленности в силу более высокой эффективности.

При разрезании луч подводится к краю листа и по мере продвижения разрезает его. Для того чтобы начать рез с точки на плоскости материала (не с края), луч сначала должен прожечь его насквозь, что потребует большего расхода энергии и времени. Так, чтобы «продырявить» стальной лист сантиметровой толщины требуется от 5 до 15 с. Тонколистовые стали можно резать со скоростью 1,2 м/мин.

Направленный лазерный луч высокой мощности плавит, сжигает или испаряет разрезаемый металл в зависимости от его состава, оставляя рез, поверхность которого отличается высоким качеством обработки. Испарение металла требует больших затрат энергии, поэтому на практике резку производят плавлением. Чтобы расплавленный металл не заполнял образующийся канал реза за счет действия капиллярных сил и поверхностного натяжения, в зону резки подают струю газа, в качестве которого чаще применяют воздух и даже кислород. Такой процесс называют газолазерной резкой. Струя газа, проникающая в полость образующегося реза, выдувает из него жидкий металл. Кроме того, при резке

сталей с использованием воздуха или кислорода металл окисляется, выделяется дополнительная теплота, процесс резки ускоряется.

Для гибкого управления количеством энергии, приходящей на единицу длины реза (погонной энергии), применяют импульсно-периодические лазеры, в которых можно менять длительность импульсов излучения и паузы между ними. Это позволяет управлять формой реза при точной вырезке деталей сплошного контура, не допуская местных перегревов. Другими параметрами режима газолазерной резки являются частота излучения, скважность (отношение периода следования импульсов к длительности паузы между ними) и расход газа.

Лучше всего обработке лазером поддаются углеродистая и нержавеющая стали. Такие металлы, как алюминий и медь, хуже разрезаются лазером в силу их большей способности отражать свет, а также поглощать и проводить теплоту, поэтому необходимо применение лазеров большей мощности.

В сравнении с механической резкой лазерная не требует физического контакта с разрезаемым материалом, что устраняет риск повреждения как орудия резки, так и самого материала и значительно снижает его деформирование. Кроме того, в отличие от механического резака на лазер не влияет такой фактор, как износ, а значит точность реза не уменьшается с течением времени. Один из наиболее существенных недостатков резки — высокий расход энергии и большая стоимость лазерных установок. ● #972

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Николаю Ивановичу Дуде — 60 лет



19 июня 2009 г. генеральному директору ООО «Житомирский завод металлических конструкций» Николаю Ивановичу Дуде исполнилось 60 лет.

Путь от рабочего сварщика до генерального директора завода Николай Иванович Дуда прошел, работая на производстве почти 40 лет. Основу производственной закалки получил на Днепропетровском заводе металлоконструкций им. Бабушкина. Хорошая школа на заводе (1971–2001 гг.) помогла ему сформироваться как специалисту в области сварки и как руководителю (инженер, начальник технического бюро, начальник отдела главного сварщика). При его непосредственном участии на заводе успешно осваивались новые технологии — сварка в смеси газов, двухдуговая сварка под флюсом; совершенствовалось заготовительное производство (дробетная очистка листов, модернизация

машин термической резки и др.). В том, что ОАО «ДКМЗ им. Бабушкина» было сертифицировано Германским сварочным обществом как изготовитель качественных сварных металлоконструкций, немалая заслуга Николая Ивановича Дуды.

В 1998 г. Николай Иванович в составе первой группы отечественных специалистов прошел дополнительное обучение и аттестацию на квалификацию «Европейский инженер-сварщик» (EWI), что дало возможность организовать изготовление продукции на экспорт. В 2001 г. Николай Иванович Дуда был приглашен руководством английской фирмы «Атлас Ворд Билдинг Систем Украина» в Житомир на должность заместителя директора по производству. Большой производственный опыт Н. И. Дуды в области изготовления металлоконструкций позволил реализовать намеченную комплексную программу технического перевооружения завода за 2 года. За это время завод был переориентирован на изготовление экспортной продукции и впервые — на изготовление мостов.

С 2005 г. Николай Иванович работает в Киеве в Представительстве Воронежского мостового завода в Украине в должности технического директора. Большой опыт в области мостостроения помог ему в работе по техническому сопровождению изготавливаемых Воронежским заводом мостовых металлоконструкций на строительстве Подольского мостового перехода через р. Днепр.

С 2007 г. по настоящее время Николай Иванович Дуда работает генеральным директором ООО «Житомирский завод металлоконструкций». Как руководитель, обладающий высоким профессионализмом, большими организаторскими способностями, стратегическим подходом к решению производственных задач, он сумел за короткий срок повысить уровень качества выпускаемой продукции, удвоить объемы, решить социальные вопросы трудового коллектива.

Желаем юбиляру идти в ногу со временем — не отставать, не уступать.

Бороться вместе с коллективом за честь и трудовые успехи завода. И побеждать!

*Коллектив ООО «Житомирский завод металлоконструкций»,
Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик»*

READY FOR TOMORROW



www.tbi-industries.com

TBi Industries



Расходные материалы и запасные части к горелкам

ПРЕДСТАВИТЕЛЬ В УКРАИНЕ - ЗАВОД  ДОНМЕТ®

84331, Краматорск. Тел./факс (06264) 5-77-13. E-mail: svarka@donmet.com.ua www.donmet.com.ua

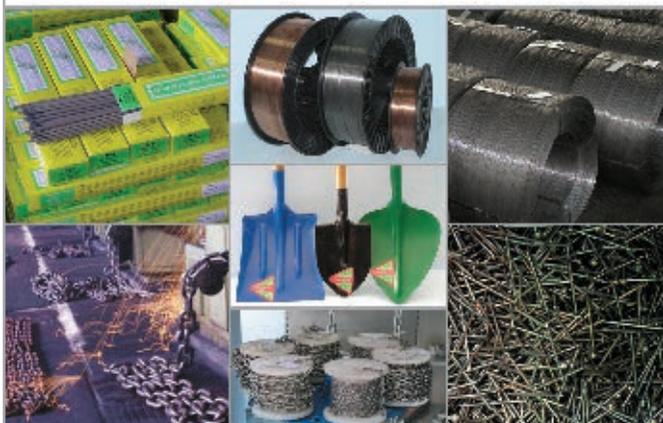
ЗАВ. АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

VISTEC  VISTEK



100 ЛЕТ НА РЫНКЕ!

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



**Приглашаем к возобновлению прямых
хозяйственных связей!**

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



**ELMA
EMITA**

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

Установки многоточечной контактной сварки сетки

(строительной, шахтной затяжки и еврограждений)



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



8 800 100 777 0

MVK

www.mvk.ru

РОССИЯ, МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

**13-16 октября
2009**

**СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ОБОРУДОВАНИЕ,
ТЕХНОЛОГИИ**

weldex
РОССВАРКА

www.weldex.ru

на правах рекламы

9-я Международная специализированная выставка



WELDEX
РОССВАРКА

Дирекция выставки: тел./факс: (495) 925-34-82; e-mail: mns@mvk.ru

Параллельно пройдут выставки:



Организатор:

ЗАО
«Международная
Выставочная
Компания»

При поддержке:

Министерства
Промышленности и
Торговли РФ
Московской
Межотраслевой
Ассоциации
Главных Сварщиков

Под патронатом:

Правительства Москвы
Торгово-
промышленной
палаты РФ
Московской
Торгово-промышленной
палаты

При содействии:



**Генеральный
информационный спонсор:**



Информационные спонсоры:



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ЗАО «МVK»

МVK СЕВЕРО-ЗАПАД: +7 (812) 319-35-83, МVK УРАЛ: +7 (343) 371-24-76, МVK ВОЛГА: +7 (813) 291-75-89, МVK СИБИРЬ: +7 (383) 201-13-68, МVK ЮГ: +7 (863) 203-72-78



Наплавочные технологии, оборудование и материалы — эффективный инструмент сокращения расходов на промышленных предприятиях

В. И. Титаренко, А. В. Титаренко, О. В. Ткаченко, ООО НПП «Реммаш» (Днепропетровск),
А. А. Голякевич, Л. Н. Орлов, С. П. Гиюк, ООО «ТМ ВЕЛТЕК» (Киев)

Вопрос сокращения текущих расходов на предприятиях всегда актуален для решения вопроса повышения рентабельности любого производства, особенно в кризисной ситуации, когда снижение текущих затрат является одним из основных направлений для выживания как отдельных предприятий, так и целых отраслей промышленности.

Одной из основных расходных статей для поддержания жизнедеятельности любого производства являются затраты, связанные с ремонтом машин и агрегатов, обеспечение их запасными деталями и узлами.

В вопросе значительного уменьшения этой статьи расходов большую помощь оказывает технология восстановительной и упрочняющей наплавки. Наплавка находит широкое применение как при изготовлении новых деталей, так и при ремонте вышедших из строя. При изготовлении детали из углеродистой стали с применением наплавки на ее рабочую поверхность можно нанести сплав, обладающий необходимым для этой детали комплексом свойств: износостойкостью, жаропрочностью, термостойкостью, коррозионной стойкостью и др. Наплавка при ремонте позволяет многократно восстанавливать первоначальные размеры

изношенных деталей, при этом, правильно выбрав наплавочный материал и технологию, можно не только обеспечивать эксплуатационные характеристики на уровне новых деталей, но даже превзойти их. Так как масса наплавленного металла обычно не превышает нескольких процентов от массы наплавляемой детали, используя восстановительную наплавку, можно многократно восстанавливать изношенные детали, экономить большие средства на их приобретении или металл и затраты на их изготовление. Используя упрочняющую наплавку при изготовлении деталей, можно значительно уменьшить расход дорогостоящих высоколегированных сталей и сплавов.

Кроме этого, в результате увеличения упрочняющей наплавкой срока службы деталей, узлов и механизмов, от которых зависит работа высокопроизводительного оборудования, сокращается время и количество ремонтных простоев и тем самым повышается производительность агрегатов и уменьшаются затраты на ремонты. Это обуславливает большую экономическую и техническую эффективность наплавки в металлургии, горнодобывающей промышленности, на транспорте и в других отраслях промышленности, где большое количество деталей работают в тяжелых условиях, быстро выходят из строя и требуют замены.

Средне приведенные данные эффективности наплавки показывают, что наплавочные технологии, оборудование и материалы позволяют:

- заменить восстановительной наплавкой одного килограмма наплавочного материала приобретение 20–25 кг новых деталей;
- заменить упрочняющей наплавкой одного килограмма наплавочного материала приобретение 60–75 кг новых деталей;

Рис. 1.
Наплавка ролика рольганга на установке РМ-УН5



- упрочняющей наплавкой увеличить срок службы деталей в 2–5 раз;
- вложив 1 грн. в наплавку, получить от 5 до 10 грн. экономии.

Кроме этого, наплавка имеет природоохранное и ресурсосберегающее значение, так как при использовании 1 кг наплавленного материала позволяет экономить: 70–100 кг агломерата, 20–30 кг кокса, 4–5 кВт электроэнергии, 6–8 м³ природного газа.

Объединение предприятий «Реммаш», более 10 лет занимающееся разработкой и изготовлением наплавочного оборудования и материалов, имеет много высокоэффективных разработок, позволяющих экономить на приобретении десятков и сотен тонн деталей, уменьшать простои оборудования, повышать производительность и получать многомиллионную экономию.

К наиболее эффективным установкам можно отнести следующие.

PM–УН5 (рис. 1) предназначена для наплавки деталей длиной до 4 м, диаметром до 1200 мм, массой до 5 т. Конструкция установки позволяет наплавлять широкую номенклатуру цилиндрических деталей, включающую ролики рольгангов, валы и валки различных типоразмеров и назначения, крановые колеса, тормозные шкивы и многое другое. Наплавку можно производить цельнотянутой и порошковой проволокой, а также различного типа лентами под флюсом или самозащитными материалами. При комплектации установки столом для наплавки плоских деталей можно также наплавлять плоские детали массой до 2 т, длиной 2000 мм, шириной 1000 мм. Установка отличается от аналогов (УМН–4) наличием более объемного флюсобункера наплавочного автомата, флюса в котором хватает на наплавку без перерыва и дозагрузки на одну рабочую смену, а также наличием механизма удаления шлака, вибрационного конвейера для уборки с разделением флюса и шлака и системы подачи просеянного флюса в флюсобункер для повторного использования. Это позволяет освободить наплавщика от вспомогательных операций, сконцентрировав внимание на наплавке, повысив в целом производительность и качество наплавки. Установку применяют на металлургических предприятиях. Две установки PM–УН5 работают на ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог». При двухсменной работе, пятидневной рабочей неделе и минимальной производительности 12 т наплавленного металла в год установка



PM–УН5 позволяет получить экономию 1,5–2 млн. грн.

PM–15 (рис. 2) — универсальная установка для наплавки канатных блоков диаметром до 2500 мм и других цилиндрических и плоских деталей.

Установку разрабатывали для восстановления наплавкой быстроизнашивающихся деталей горно-обогатительных комбинатов, прежде всего, различного типа канатных блоков шагающих экскаваторов. Кроме того, установка PM–15 позволяет наплавлять такие детали, как бронзовые втулки механизма шагания экскаваторов, очистители барабанов конвейеров и многое другое. Для этого входящий в комплектацию наплавочный автомат установлен на подвижной траверсе поворотной колонны, позволяющей обслуживать два рабочих места: наплавку цилиндрических деталей, закрепленных в сварочном вращателе, и плоских деталей, установленных на столе. Такая комплектация дает возможность максимально загрузить установку и обеспечить высокую эффективность ее работы. Первую такую установку успешно эксплуатируют на ОАО «ОГОК» в Орджоникидзе. При двухсменной работе, пятидневной рабочей неделе и минимальной производительности 52 восстановленных блока в год можно получить экономию 1,0–1,5 млн. грн.

PM–9 (рис. 3) — для автоматической наплавки гребней железнодорожных колесных пар. Наплавка гребней в 3,5 раза снижает темпы обточки восстанавливаемых ободьев железнодорожных колес и увеличивает срок службы колесных пар на 50–60%.

Установку разрабатывали для нужд предприятий горно-металлургического комплекса, имеющих на своей территории

Рис. 2. Наплавка канатного блока шагающего экскаватора на установке PM–15

густую сеть железных дорог и владеющих большим количеством железнодорожного транспорта, куда наряду с тепловозами и товарными вагонами входит спецподвижной состав, состоящий из слитковозов, чугуновозов, шлаковозов. И если на «Укрзалізниці» проблема ремонта восстановительной наплавкой гребней колесных пар решена в ремонтных депо с использованием установки КТ-68, то использовать ее на горно-металлургических предприятиях не позволяет узкая специализация этой установки — только для наплавки колес товарных вагонов без букс. Поэтому установка РМ-9 открыла перед металлургами возможность восстановления колесных пар всего парка вагонов и спецподвижного состава. При этом в отличие от КТ-68 данная установка универсальна, позволяет наплавлять железнодорожные колесные пары различного типа (как с буксами, так и без них). К преимуществам установки можно также отнести: регулируемую скорость наплавки, системы автоматического управления наплавкой, наличие системы сбора, переработки и подачи для повторного использования отработанного флюса. Первая установка РМ-9 работает в железнодорожном цехе ОАО «Никопольский завод ферросплавов». Даже при наплавке одной колесной пары в смену (потенциал три) и односменной работе можно восстанавливать в год более 150 колесных пар и получить годовой эффект более 3 млн. грн.

РМ-04, РМ-05, РМ-06 — для автоматической дуговой наплавки колес грузоподъемных кранов.

Грузоподъемные краны имеются практически на каждом предприятии в количестве от одного или нескольких до сотен или

даже тысяч (на крупных металлургических комбинатах). И одной из наиболее часто выходящих из строя деталей кранов являются их ходовые колеса. При этом в зависимости от грузоподъемности, состояния подкрановых рельсов и режима работы крана ходовые колеса до износа и необходимости замены могут служить от нескольких лет до нескольких недель. Необходимость замены вызывает износ поверхности катания колес от трения по рельсам и особенно их реборд. Вышедшие из строя колеса можно заменить новыми или восстановленными наплавкой. Исходя из наличия различного по составу кранового хозяйства и технических возможностей предприятий, было разработано три типа наплавочных установок. Это позволяет каждому предприятию, которое планирует приступить к восстановлению колес или расширить их номенклатуру и количество, в зависимости от количества колес, требующих восстановления, а также варианта восстановления (на осях или без осей) и необходимости наплавлять другие цилиндрические детали выбрать оптимальный для них вариант установки. Так, установка РМ-04 предназначена для наплавки крановых колес диаметром до 1200 мм как на осях, так и без них, а также других цилиндрических деталей диаметром до 1200 мм, длиной до 2000 мм, массой до 2 т. Установки РМ-05 и РМ-06 предназначены для наплавки крановых колес без осей (на технологической оснастке). При этом установка РМ-05 оборудована универсальным вращателем, что позволяет ось вращения наплавляемой детали наклонять под углом 135° и использовать установку также для наплавки деталей, требующих такого наклона. Установка же РМ-06 (наиболее простой и дешевый вариант) оборудована горизонтальным вращателем, обеспечивающим вращение детали только вокруг горизонтальной оси. В дополнительную номенклатуру деталей, наплавляемых на каждой из перечисленных установок, могут быть включены другие детали в соответствии с техническими характеристиками установок.

Восстановительная наплавка крановых колес с использованием высокоэффективной порошковой проволоки ВЕЛТЕК-Н300-РМ и ВЕЛТЕК-Н350-РМ позволяет обеспечить срок службы восстановленных колес на уровне вновь изготовленных с термической обработкой. При средней производительности наплавки одно колесо в смену и двухсменном режиме работы на

Рис. 3. Наплавка гребней железнодорожной колесной пары на установке РМ-9



одной установке можно восстановить более 500 штук колес в год. При такой средней производительности годовая экономия от восстановления крановых колес на одной установке составит 1,2–1,3 млн. грн.

PM-165 (рис. 4) и **ИЗРМ-5** (рис. 5) — для автоматической дуговой наплавки малогабаритных цилиндрических деталей диаметром до 500 мм, длиной до 1000 мм, массой до 120 кг. Промышленные предприятия эксплуатируют большое количество оборудования, в котором работают быстроизнашивающиеся малогабаритные детали. В гидравлическом оборудовании — это плунжеры, в агломерационном и прокатном — различного типа и назначения ролики, в волоочильном — барабаны и т. д. В основном это детали цилиндрической формы диаметром до 500 мм, длиной до 1000 мм и массой до 100 кг. Использовать универсальные установки типа PM-УН5 для наплавки деталей длиной до 4000 мм, массой до 5 т нецелесообразно и затруднительно, так как требует применения наплавочной проволоки диаметром 2,0–3,0 мм. Поэтому были разработаны два типа наплавочных установок для наплавки таких малогабаритных деталей. Установка PM-165 — для наплавки порошковой самозащитной проволокой цилиндрических деталей длиной до 500 мм, диаметром до 400 мм, массой до 60 кг и универсальная установка ИЗРМ-5 — для наплавки под флюсом в среде защитных газов самозащитной проволокой цилиндрических деталей диаметром до 500 мм, длиной до 1000 мм, массой до 120 кг. Установки PM-165 успешно эксплуатируют для наплавки деталей металлургического оборудования на ОАО «Днепропетровский меткомбинат» (Днепропетровск), а установка ИЗРМ-5 применяется на ООО «Данко-Изол» (Донецк) для восстановления наплавкой колес центрифуги для разбрызгивания расплава базальта.

Использование этих установок только для восстановительной наплавки (упрочнение еще более эффективно) при работе установок в две смены позволит восстанавливать в год более 100 т малогабаритных деталей. Годовой эффект от работы одной установки, полученный от сокращения затрат на приобретение новых деталей, составит 0,8–1,0 млн. грн.

PM-10 (рис. 6) — для наплавки прокатного инструмента диаметром до 600 мм, длиной до 2000 мм, массой 5 т. На установке можно наплавлять прокатные валки и



Рис. 4. Наплавка ролика МНЛЗ на установке PM-165



Рис. 5. Наплавка барабана волоочильного стана на установке ИЗРМ-5

правильные ролики сортовых прокатных станов. Наплавляемые детали закрепляют либо в оснастке на планшайбе вращателя, либо в центрах вращателя и задней стойки. Наплавочный автомат установлен на передвигающейся вертикально и горизонтально траверсе стационарной поворотной колонны. При наплавке калиброванных роликов и валков длиной до 1000 мм для удобства наплавки детали, закрепленные в оснастке на планшайбе вращателя, можно поворачивать вверх и вниз на угол до 30°. Установка оборудована электромагнитным индуктором токов промышленной частоты для предварительного и последующего нагрева наплавляемых деталей, а также системой сбора, просева и подачи во флюсобункер наплавочного автомата отработанного флюса



Рис. 6. Наплавка сорто-правильных роликов на установке РМ-10

для повторного использования. При средней производительности 6 т наплавленного металла в год и односменной работе установка РМ-10 позволяет получить годовую экономию более 1,5 млн. грн.

Установку РМ-10 успешно эксплуатируют на ОАО «ДМКД».

Эффективность наплавки подтверждают внедренные ОП «Реммаш» совместно с ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» новые технологии и разработки:

- разработка и внедрение новой технологии наплавки прокатных валков клетки Эджера на ОАО «Запорожсталь» с применением наплавочной порошковой проволоки ВЕЛТЕК-Н550-РМ позволили увеличить срок службы валков в 3 раза;
- разработка и внедрение на ОАО «Днепропетровский меткомбинат» новой технологии упрочняющей наплавки кернов клещевых кранов и губок стрипперного крана с использованием порошковой самозащитной проволоки ВЕЛТЕК-Н480С дали возможность увеличить срок службы кернов и губок в 4–5 раз, значительно сократить их расход и затраты, связанные с остановкой агрегатов для их замены;
- разработка и внедрение на ОАО «Днепропетровский меткомбинат» технологии восстановления прокатных валков трубозаготовочного стана упрочняющей наплавкой с разработанной для этой цели порошковой проволокой ВЕЛТЕК-Н370-РМ позволили в два раза увеличить межремонтный период работы валков и объем прокатываемого в период между ремонтами металла, а также сократить на 10–15% количество приобретаемых новых валков;

- разработка и внедрение новой технологии наплавки стальных прокатных валков на ОАО «Арселор Миттал Кривой Рог» с применением порошковой проволоки ВЕЛТЕК-Н505-РМ позволили в 2–3 раза уменьшить остановки прокатных станов для трудоемкой зачистки валков от шипов, увеличить объем прокатки одной пары валков между ремонтами на 10–20%, уменьшить в 3–4 раза трещинообразование на калибрах и глубину их проникновения, уменьшив при этом трудоемкость ремонта валков и в целом увеличив на 20–30% объем металла, прокатываемого одной парой валков до их отбраковки;
- разработка и внедрение на ОАО «ДМКД» технологии восстановительной наплавки крановых колес с использованием разработанной для этой цели порошковой проволоки ВЕЛТЕК-Н350-РМ, позволили увеличить срок службы восстановленных колес в 1,5–2 раза.

Вместе с тем необходимо учитывать, что максимальный и быстрый эффект от наплавки можно получить только в том случае, если будет достигнуто комплексное сочетание правильно выбранного наплавочного оборудования, материалов и технологий. При этом к достижению такой оптимизации можно идти независимо от технического уровня и подготовки конкретного предприятия для внедрения конкретных технологий, материалов или оборудования. Однако необходимо максимально использовать уже имеющуюся на конкретном предприятии техническую базу и оборудование для наплавки, чтобы затраты на комплексное внедрение технологии свести к минимуму. ООО «НПП Реммаш» имеет опыт различных вариантов организации работ по внедрению.

Первым таким вариантом является ситуация, при которой у предприятия, которое собирается внедрять конкретную технологию наплавки, имеются наплавочные материалы и технология, но нет требуемых или нет достаточного количества наплавочных станков. В таком случае ООО «НПП Реммаш» по техническому заданию заказчика разрабатывает и изготавливает только наплавочные станки. Таким образом решался вопрос дооснащения ОАО «АМКР» наплавочными установками РМ-УН5 с целью расширения номенклатуры и объема наплавляемых деталей и оснащения ОАО «ОГОК» установкой РМ-15 для наплавки канатных блоков.

Другим является вариант, когда перед заказчиком стоит задача повышения срока службы какой-то детали или группы деталей, а устаревшее или некомплектное оборудование и отсутствие соответствующих наплавочных материалов не позволяют это сделать. В таком случае ООО «НПП Реммаш» берет на себя модернизацию и дооснащение имеющегося у заказчика оборудования, разработку и изготовление наплавочных материалов и внедрение технологии. Примерами реализации такой схемы является комплекс работ, выполненный на ОАО «ДМКД» при восстановлении валков трубозаготовочного стана.

Третий вариант — предприятие-заказчик, имея проблемы с низким сроком службы группы деталей, заказывает разработку и изготовление необходимого наплавочного материала, беря на себя решение вопросов модернизации имеющегося у него оборудования для внедрения соответствующей технологии упрочнения или восстановления. Таким образом была разработана для ОАО «ДМКД» порошковая проволока ВЕЛТЕК-Н480С, ВЕЛТЕК-Н300-РМ и ВЕЛТЕК-Н350-РМ и вместе со специалистами комбината было модернизировано оборудование и внедрены технологии упрочнения кернов клещевых кранов, губок стриперного крана, крановых колес.

Четвертый вариант — у заказчика есть проблема, но нет ни оборудования, ни материалов, ни технологии. В таком случае ООО «НПП Реммаш» берет на себя решение всего комплекса вопросов: разрабатывает технологии, изготавливает оборудование, готовит материалы и поставляет все заказчику, оказывает помощь во внедрении. Так были выполнены работы по внедрению технологии восстановительной наплавки гребней железнодорожных колесных пар с использованием установки РМ-9 на ОАО «НЗФ» (Никополь) и технологии восстановительной наплавки колес центрифуги для разбрызгивания расплава базальта с помощью установки ИЗРМ-5 на ООО «Данко-Изол» (Докучаевск).

Во всех приведенных примерах правильная постановка задачи и хорошая организация при ее решении позволили в среднем за полгода пройти путь от постановки задачи до начала внедрения, включая разработку наплавочных установок и материалов и их изготовление. Такое оперативное решение достигалось, с одной стороны, тесной совместной работой руководства и специалистов

предприятий-заказчиков с ООО «НПП Реммаш», с другой стороны ООО «НПП Реммаш» с предприятиями — стратегическими партнерами. Стратегическими партнерами ООО «НПП Реммаш» в выполнении этих работ являлись ведущие в своих направлениях предприятия Украины. При разработке и изготовлении комплексов, станков и установок ООО «НПП Реммаш» тесно сотрудничал с украинским лидером в области механического сварочного оборудования — ОАО «Ильницкий завод механического сварочного оборудования», выступавшим в качестве соразработчика и соизготовителя нескольких установок и участвовал в комплектации практически всех установок. Для разработки и изготовления наплавочных материалов ООО «НПП Реммаш» привлекал двух ведущих украинских производителей сварочно-наплавочных материалов: ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» — изготовителя порошковой проволоки и ООО «Доникс» — изготовителя цельнотянутой проволоки. Совместно с ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» и во многом благодаря специалистам этого предприятия была создана высокоэффективная порошковая проволока ВЕЛТЕК-Н250-РМ, ВЕЛТЕК-Н300-РМ, ВЕЛТЕК-Н350-РМ, ВЕЛТЕК-Н500-РМ, ВЕЛТЕК-Н505-РМ, ВЕЛТЕК-Н550-РМ, которая нашла широкое применение на предприятиях для восстановления и упрочнения деталей оборудования.

Как видно из приведенной информации, потенциал наплавки далеко не исчерпан на любом промышленном предприятии, и его можно развивать, выбрав нужный вариант. При правильном выборе практически сразу обеспечивается отдача, а именно:

- сокращение расходов на приобретение новых деталей в результате увеличения количества восстанавливаемых;
- сокращение простоев оборудования и повышение производительности агрегатов в результате увеличения срока службы деталей;
- сокращение затрат на ремонты в результате увеличения межремонтного периода работы агрегатов.

Приведенные примеры эффективности наплавки при правильной организации ее внедрения и расширения применения показывают, что уже в течение года можно окупить затраты и получить эффект за счет снижения затрат на приобретение запасных частей и сменного оборудования, увеличения срока службы деталей, сокращения простоев оборудования.

● #973

Малогабаритное оборудование и комбинированная технология сварки трубопроводов

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

Надежность и работоспособность многослойных сварных соединений, в том числе и стыков трубопроводов, в значительной мере зависит от качества выполнения корневых швов. Наличие в них дефектов, таких как поры, непровары, несплавления кромок, часто являются причиной разрушения в процессе эксплуатации.

В настоящее время качественное формирование корневых швов при орбитальной сварке неповоротных стыков трубопроводов обеспечивают специальные формирующие устройства. Для их транспортировки необходима мощная и громоздкая техника. Практически на каждый диаметр трубы необходимо свое формирующее устройство, установка которого, последующее перемещение к следующему стыку или извлечение резко увеличивают трудоемкость монтажных работ.

В ряде случаев при строительстве, и особенно при ремонте трубопроводов, применение формирующих устройств крайне затруднено либо невозможно из-за ограниченности рабочего пространства, невозможности доставки к месту выполнения работ, отсутствия доступа во внутреннюю полость труб. В этих условиях необходимо обеспечивать

формирование корневого шва на весу без подкладки. Поэтому в настоящее время основным технологическим процессом для выполнения корневых швов в таких условиях является ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Этот способ, несмотря на всю его простоту и кажущуюся дешевизну, имеет ряд существенных недостатков, таких как нестабильность условий сварки и формирования швов по периметру стыка, а также зависимость качества сварного соединения от квалификации сварщика. Результатом является образование в корневых швах непроваров, несплавлений кромок, зашлаковываний, пор и других дефектов, негативно отражающихся на качестве сварных соединений, работоспособности, долговечности и безопасности эксплуатации трубопроводов. Их исправление требует дополнительных трудовых и материальных затрат, что в свою очередь повышает стоимость и трудоемкость монтажных и ремонтных работ.

Опыт механизации орбитальной сварки трубопроводов в ядерной энергетике свидетельствует о том, что ее применение позволяет снизить количество дефектов сварных соединений с 15–20%, присущих ручной дуговой сварке, до 2–3%. Аналогичные тенденции проявляются и при механизации орбитальной сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов. Поэтому разработкам в области технологий и оборудования для орбитальной сварки неповоротных стыков уделяют внимание во всех промышленно развитых странах. Традиционно основным направлением этих работ является повышение уровня автоматизации на базе микропроцессорной техники, программируемых систем, систем дистанционного слежения и управления процессом сварки.

Для отечественного сварочного производства более оптимальным является путь адаптации и использования передовых технических решений, которые в свое время были разработаны и применены в других отраслях.

Рис. 1. Макрошлифы сварных соединений, выполненных традиционным (а) и АТIG-способами (б) на одинаковых режимах сварки

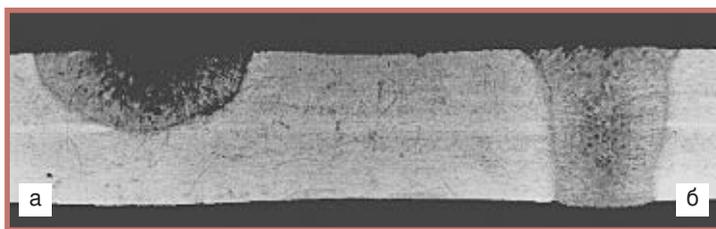
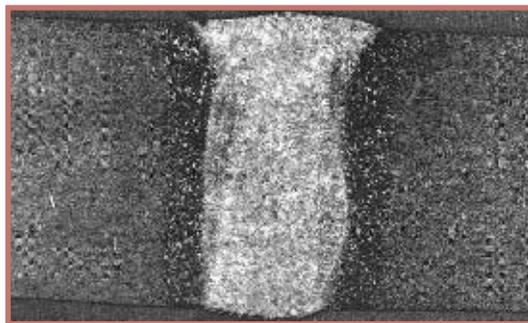


Рис. 2. Макрошлиф сварного соединения толщиной 10 мм, выполненного за один проход без разделки кромок АТIG-способом



Одной из таких отечественных разработок является аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с активирующим флюсом (АТИГ). В ее основу положена активация процессов в дуге при сварке в защитных газах, которая позволяет в несколько раз, по сравнению с традиционным способом, увеличивать концентрацию нагрева металла и в 2–3 раза глубину проплавления без увеличения силы сварочного тока (рис. 1).

Опыт, накопленный в области орбитальной сварки, свидетельствует, что в настоящее время из всех механизированных способов только аргонодуговой (TIG) позволяет гарантированно формировать корневые швы высокого качества без подкладки во всех пространственных положениях при односторонней сварке. Это способствовало его широкому распространению в атомной и других отраслях энергетики, где требования к качеству сварных соединений трубопроводов чрезвычайно высоки.

Недостатком данного способа является низкая проплавливающая способность дуги, при которой металл толщиной 3 мм и более необходимо сваривать с разделкой кромок. АТИГ-способ позволяет сваривать без разделки кромок металл толщиной до 10 мм (рис. 2). Применение активирующих флюсов на Курской и Смоленской АЭС для орбитальной сварки в условиях монтажа свидетельствует о том, что данный способ перспективен.

Результаты исследований свидетельствуют, что применительно к трубопроводам транспортных систем АТИГ-способ обеспечивает качественное формирование корневых швов во всех пространственных положениях при суммарной толщине притупления до 6 мм и без зазора между кромками свариваемых труб. Сварку выполняют с наружной стороны стыка без формирующей подкладки.

В табл. 1 приведены данные, позволяющие оценить влияние активирующего флюса на показатели прочности и пластичности сварных соединений труб из сталей 20, 09Г2С, 17Г1С, 10ХСНД. Сварные соединения, выполненные АТИГ-способом, не уступают основному металлу по показателям пластичности, а по прочности превосходят его.

Результаты испытаний на ударный изгиб и на загиб (табл. 2 и 3) также свидетельствуют о высоком качестве сварных соединений, выполненных АТИГ-способом. При испытаниях на загиб достигнут пре-

Таблица 1. Механические свойства сварных соединений, полученные при испытании на растяжение сварных соединений, выполненных АТИГ-способом

Сталь	Участок сварного соединения	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
20	Основной металл	288,3	412,3	23,3	67,9
	Металл	374,4	499,3	22,6	71,6
09Г2С	Основной металл	280,7	455,4	16,0	64,0
	Металл шва	270,3	503,4	18,3	62,0
17Г1С	Основной металл	363,3	507,9	17,4	58,4
	Металл шва	363,3	517,8	17,3	58,6
10ХСНД	Основной металл	571,0	742,0	26,7	67,7
	Металл шва	702,0	779,0	21,0	65,8

Таблица 2. Механические свойства сварных соединений, выполненных АТИГ-способом, полученные при испытании на загиб

Сталь	Угол загиба, ... °	Примечание
20	180	Трещин нет
09Г2С		
17Г1С		

Таблица 3. Ударная вязкость сварных соединений, выполненных АТИГ-способом

Сталь	Температура испытаний, °С	Участок сварного соединения	KCU, Дж/см ²	KCV, Дж/см ²
20	+20	Шов	100	66
09Г2С			116	78
17Г1С			112	89
20		ЗТВ	116	68
09Г2С			116	70
17Г1С			111	72

дельно возможный угол загиба. Однако даже в этом случае в сварном соединении полностью отсутствуют трещины. Это говорит о высокой пластичности сварных швов, выполненных АТИГ-способом. Об этом же свидетельствуют и результаты испытаний сварных соединений, приведенные в табл. 3.

Столь высокое качество сварных соединений, выполненных АТИГ-способом, как свидетельствуют результаты металлографии, связано с положительным влиянием активирующих флюсов на процесс структурообразования в них. При традиционном способе сварки кристаллиты крупнее (рис. 3, а), а границы их резче выражены. АТИГ-способ позволяет измельчить кристаллиты (рис. 3, б) и сформировать в шве дезориентированную структуру, исключаящую возможность образования линии слабости.

При толщине стенки трубы до 6 мм и соответствующем качестве сборки стыка

Рис. 3. Первичная структура металла шва, выполненного: а — традиционным способом ($\times 150$); б — АТИГ-способом ($\times 150$)

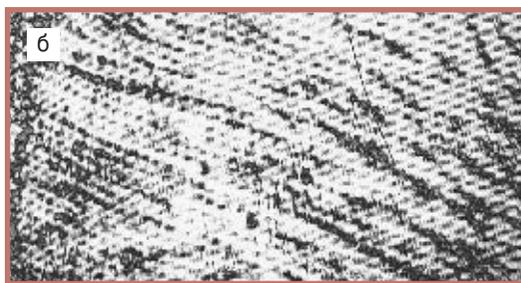


Таблица 4. Механические свойства сварных соединений, выполненных комбинированным способом

Участок сварного соединения	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %	Угол изгиба, ... °
Основной металл	323	479	34	59	120
Металл шва	505	632	22	55	Трещин нет

разделка кромок не нужна. Неповоротный стык выполняют за один проход с полным проплавлением и формированием обратной стороны без подкладки. При сварке труб большей толщины необходимо заполнение разделки кромок. Для заполнения можно применять различные механизированные способы сварки: порошковой проволокой либо в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

В случае заполнения разделки кромок механизированной сваркой плавящимся электродом в среде защитных газов, также как и при сварке порошковой проволокой, обеспечивается высокое качество сварных соединений. В табл. 4 приведены результаты механических испытаний сварных соединений труб из стали 20, выполненных комбинированным дуговым способом: корневой шов — АТИГ-сваркой, заполнение — плавящимся электродом в защитных газах проволокой Св08Г2С. Эти данные свидетельствуют, что сварные соединения при одинаковой с основным металлом пластичности превосходят его по прочностным характеристикам.

Металлографические исследования этих сварных соединений показали, что в них формируется мелкозернистая феррито-перлитная структура.

Учитывая, что областью применения орбитальной комбинированной дуговой сварки в основном является ремонт трубопроводов или их строительство в местах с ограниченным доступом и рабочим пространством, для ее реализации необходимо соответствующее оборудование. Основными требованиями к нему являются небольшая масса и габаритные размеры для доставки его к месту работ и установки на трубе вручную. В соответствии с этими требованиями разработана конструкция малогабаритного аппарата для орбитальной сварки с блочной схемой комплектации. Аппарат имеет общий ходовой механизм и сменные головки для сварки плавящимся электродом в защитных газах и АТИГ-способом (рис. 4, 5).

● #974

Рис. 4. Аппарат для орбитальной сварки трубопроводов диаметром более 219 мм неплавящимся электродом

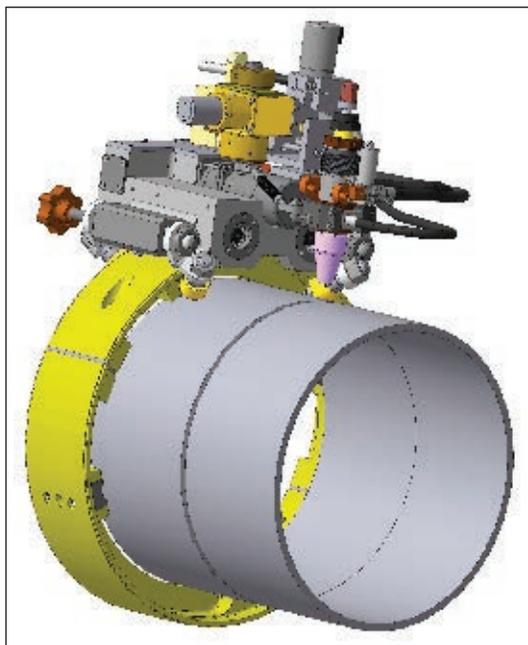
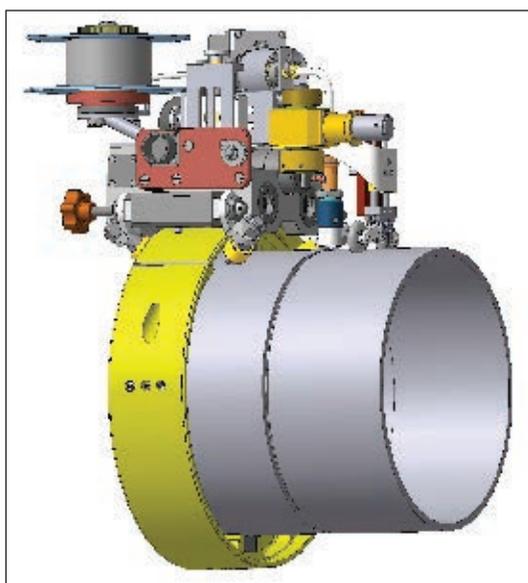


Рис. 5. Аппарат для орбитальной сварки трубопроводов диаметром более 219 мм плавящимся электродом



VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2009

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

МЕТАЛЛО-ОБРАБОТКА
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

**УКРПАСТ
ТРЕХ**
ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАБОТКИ ПЛАСТИКА

ГИДРАВЛИКА ПНЕВМАТИКА

УКРПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ, ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, ЛАБОРАТОРНОЕ И ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА
СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

**УКРМАШ
ТРЕХ**
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

**УКРТОР
ТРЕХ**
КОРРОЗИОННАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

ПОДШИПНИКИ

УКРСВАРКА
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

СУБКОНТРАКТЫ
РАЙОННЫЕ ЗАКАЗЫ ПО КОМПЛЕКТАМ

Генеральные информационные партнеры:



Технический партнер:
ПрессКом

ОРГАНИЗАТОРЫ:

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

24-27
НОВЯБРЯ 2009 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:



Очистка поверхности металлов перед сваркой

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Очистка поверхности конструкционных материалов необходима для осуществления различных технологических процессов их соединения (сварка, пайка, склеивание), обработки (нанесение покрытий, упрочнение или легирование поверхностных слоев, создание рельефа поверхности методами расплавления, термическая обработка и др.), ремонта (переплав поверхностных слоев, наплавка, пайка), термической резки, термической строжки или термического сверления.

Существует три основных класса способов очистки: химический, механический и термический (табл. 1). При выборе способа очистки поверхности необходимо учитывать физические и химические свойства загрязнения, материал очищаемого изделия, его габарит и конфигурацию; экологические условия, связанные с наличием очистных сооружений, возможные выбросы в атмосферу и безопасность труда.

Способы химической очистки имеют наибольшее применение в металлургии и как финишные процессы перед сваркой. Способы механической очистки поверхностей конструкционных материалов являются одними из самых распространенных и дешевых. Их можно совмещать с другими операциями механической обработки заготовок или деталей. Способы термической очистки наиболее совершенны, универсальны, высокопроизводительны, их легко совмещать с последующими технологическими процессами.

Требования к очистке поверхности металлов и сплавов перед сваркой. Для обеспечения высокого качества сварного шва

очистке от средств консервации, загрязнений, ржавчины и оксидных пленок, а также от слоев металла с нарушенными свойствами, подвергают стыкуемые поверхности, внешние и внутренние (в случае сквозного проплавления) поверхности деталей на расстоянии в обе стороны от будущего шва шириной:

- не менее 5 мм — для стыковых соединений, выполняемых дуговой, электронно-лучевой и лазерной сваркой, контактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине свариваемых деталей до 5 мм включительно;
- не менее номинальной толщины стенки детали — для стыковых соединений, выполняемых дуговой, электронно-лучевой и лазерной сваркой, контактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине свариваемых деталей от 5 до 20 мм;
- не менее 20 мм — для стыковых соединений, выполняемых дуговой и электронно-лучевой сваркой, контактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине свариваемых деталей свыше 20 мм, а также для стыковых и угловых соединений, выполненных газовой сваркой, независимо от толщины стенки свариваемых деталей и при ремонте дефектных участков в сварных соединениях;

Таблица 1. Способы очистки поверхности

Вид очистки	Область применения
Химическая очистка	
Мойка (средства на водной основе с добавлением щелочи, поверхностно-активных веществ или на основе органических растворителей)	Обезжиривание, удаление старых красок и лаков
Электрохимическое травление, электролитическая и электролитно-плазменная очистка	Обезжиривание и удаление оксидов и окалины при высокой производительности (в прокатном производстве)
Солевые ванны	Очистка поверхностей металлов и керамики от песка, окалины, графита перед пайкой и нанесением покрытий (в литейном и прокатном производстве)

Продолжение таблицы 1

Вид очистки	Область применения
Механическая очистка	
Очистка ручными и механическими инструментами	Для начальной подготовки под сварку (проволочные щетки, зубила, рубильные молотки). Для очистки внутренней поверхности трубопроводов (скребки, поршни)
Шлифовка	Для удаления мелких инородных частиц с поверхности металла. Для подготовки поверхности перед покрытием краской и лаком, а также анодированием
Абразивно-струйная очистка	Для очистки изделий или заготовок с толщиной стенки не менее 3 мм (в противном случае они могут быть деформированы)
Абразивно-порошковая очистка	Для удаления окалины с поверхности проката
Дробеметная очистка	При подготовке поверхности для покрытия краской и лаком
Термокинетическая очистка	Для удаления многослойных лакокрасочных покрытий, включая покрытия на эпоксидной основе, масляных и битумных загрязнений, затвердевших и не затвердевших нефтепродуктов, гуммированных слоев, металлизированных и полимерных покрытий
Гидроабразивная очистка	Для удаления коррозии, окалины, любых покрытий и отложений, для очистки поверхности сварных швов. Используют при ремонте турбин, транспортных средств, нефтехранилищ, мостов, тоннелей и зданий, а также при очистке листов титановых сплавов
Магнитно-абразивная очистка	Для очистки перед сваркой поверхностей изделий для космического аппаратостроения и химического машиностроения: обечаек и пластин из алюминий-магниевых, титановых и других сплавов. Для очистки проволоки. Для очистки в условиях невесомости
Магнитно-импульсная очистка	Для очистки поверхностей любой формы при налипании и намерзании различных сыпучих материалов
Ударно-волновая очистка	Для очистки внутренних поверхностей трубопроводов и котлов
Электрогидро-импульсная очистка	Для очистки теплообменных аппаратов, котлов, систем отопления, водоснабжения и канализации, трубопроводов, артезианских скважин, многих другие виды трубного оборудования (труб насосно-компрессорных, аппаратов на глиноземном производстве, печей подогрева сырой нефти, систем охлаждения электропечей и др.)
Ультразвуковая очистка	Для очистки деталей точной механики, часовых механизмов, ювелирных изделий, электронной техники, головок струйных принтеров, кремниевых пластин в производстве микросхем, топливных и масляных фильтров, форсунок инжекторных двигателей, карбюраторов, деталей двигателей внутреннего сгорания, инструмента (сверл, резцов, надфилей, напильников и т. д.), оптики, стеклянных изделий, медицинского инструмента, деталей в стоматологии (в том числе и в труднодоступных местах, где обычные способы очистки невозможны либо неэффективны), пресс-форм, стальной ленты, алюминиевой и медной проволоки, кабеля и др.
Очистка струей частиц льда	Для очистки от антиоксиданта, битума, коррозии, масла, полимеров, сажи и копоти, сырой нефти, химикатов, краски. Объекты очистки: бурильные трубы (очистка от остатков хранения нефти и нефтепродуктов до степени Sa2,5 или Sa3), атомные электростанции (деактивация), фасады зданий, памятники, трубопроводы (в том числе удаление изоляции), котельные трубы, литейные формы, мосты, насосы, турбины и др.
Термическая очистка	
Газопламенная очистка	Для очистки от окалины
Электродуговая очистка в вакууме	Для очистки и пассивации листового металла в поточной линии волочильных и прокатных станов
Электроэрозионная очистка	Для очистки и одновременной магнитно-импульсной сварки тонкостенных изделий из меди, алюминия и никеля
Очистка в тлеющем газовом разряде	Для очистки поверхности металлов от оксидов перед вакуумной пайкой и диффузионной сваркой
Ионно-лучевая очистка	Для финишной очистки поверхностей металлов, полупроводников, полимеров, диэлектриков (например, архитектурных стекол) перед нанесением покрытий
Электронно-лучевая очистка	Для финишной очистки перед сваркой, наплавкой, упрочнением и нанесением покрытий, а также после переплава, тем же электронным пучком, что и для основного технологического процесса. Для финишной очистки деталей в производстве электронно-лучевых, фотоэлектронных, оптических и электроннооптических приборов
Очистка лазерным лучом	Для очистки рельсов, пресс-форм, материалов в нанотехнологиях. Для дезактивации (очистки от радиоактивных загрязнений) поверхностей оборудования
Очистка струей пара	Для очистки (и одновременной дезинфекции) от масел, жиров и водорастворимых загрязнений как гладких, так и неровных поверхностей (например, поверхностей сварных швов)
Очистка струей сухого льда	Для очистки от масла, грязи, воска поверхностей металлов (в том числе проволоки), пластмасс и тканей (в полиграфии, литейном производстве, производстве резинотехнических, пластмассовых и полимерных изделий, в пищевой промышленности, водном и железнодорожном транспорте, энергетике, в вентиляционных системах)

- не менее 5 мм (независимо от толщины свариваемых деталей) — для угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений и участков для варки труб в трубные доски, выполняемых дуговой, электронно-лучевой и лазерной сваркой;
- не менее 50 мм (независимо от толщины свариваемых деталей) для сварных соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой.

Очищенные поверхности листового проката не должны иметь следов ржавчины, окалины, масла и прочих загрязнений. Не допускаются расслоения, закаты, трещины, а для двухслойной стали — и отслоения коррозионностойкого слоя. Чистоту поверхности проверяют прежде всего визуально для выявления дефектов металла. При толщине листового проката более 36 мм зону, прилегающую к очищенным поверхностям, дополнительно следует проконтролировать ультразвуком на ширине не менее 50 мм для выявления трещин, расслоений и т. д. Не допускаются дефекты площадью более 1000 мм² при чувствительности контроля Д5Э. На 1 м длины контролируемой поверхности проката допускается не более трех зафиксированных дефектов при минимальном расстоянии между ними 100 мм.

На поверхностях разделки кромок не должно быть следов резки и разметки, нанесенной на наружной поверхности деталей. Для получения высокого качества сварного шва со стыкуемых поверхностей, полученных термической резкой, как правило, необходимо снять слой металла толщиной 2–3 мм. Предварительную очистку выполняют химическими и/или механическими способами, а окончательную — в зависимости от свариваемого металла и степени начальной и требуемой финишной шероховатости очищаемой поверхности — различными физико-химическими способами (травление, электрополировка, воздействие тлеющим разрядом и др.), а также шабрением. Непосредственно перед сваркой внешнюю поверхность свариваемых деталей в области стыка и стыкуемые поверхности (насколько возможно через зазор в стыке) очищают маломощным источником сварочного нагрева, не заплывая при этом стык.

Шероховатость очищенных поверхностей соприкасающихся кромок деталей, подготовленных под дуговую, плазменную и светолучевую сварку, должна быть не более Ra=12,5 мкм (Rz=80 мкм), под электронно-лучевую и лазерную сварку — Rz ≤ 30 мкм.

Для определения шероховатости и волнистости поверхности применяют профилографы-профилометры, аттестованные образцы шероховатости (сравнения) и другие средства измерения.

Для определения чистоты поверхности применяют прямые и косвенные способы. Прямые способы позволяют определять загрязнения непосредственно на поверхности контролируемых деталей. Среди них большое распространение получил микроскопический способ, основанный на смачиваемости, и способ, основанный на разности потенциалов. Высокую чувствительность обеспечивает способ, основанный на применении радиоактивных изотопов. Косвенные способы основаны на удалении с поверхности загрязнений растворителями или травлением загрязненного слоя в травильных смесях. Их применяют, главным образом, в лабораторных условиях. Из косвенных способов на производстве используют лишь способ измерения удельного сопротивления моющих растворов.

Очистка поверхностей металлов и сплавов перед нанесением покрытий. Нанесенное покрытие может быстро разрушиться, если на поверхности металла или сплава есть загрязняющие вещества: ржавчина, окалина, масло и жир, пыль и грязь, вода, растворимые соли, краска.

Для подготовки поверхностей перед нанесением антикоррозионных покрытий применяют различные виды очистки: ручную механическую; абразивно-струйную, в том числе дробеструйную и гидроабразивную; гидродинамическую струей высокого и сверхвысокого давления, а также обезжиривание специальными моющими средствами (например, «ТМ-Унилан», «ТМ-Унилан К2», «Пентамаш ОФ1»). Выбор вида очистки имеет большое значение, поскольку от качества подготовки поверхности зависит срок службы антикоррозионного покрытия.

Между долговечностью покрытий и степенью очистки поверхности существует четкая зависимость. Для механических способов подготовки поверхности ориентировочные коэффициенты сроков службы покрытий в зависимости от подготовки поверхности могут быть представлены следующим образом:

- неподготовленная поверхность — 1,0;
- ручная механическая очистка — 1,5–2,0;
- абразивно-струйная очистка — 3,5–4,0.

Абразивно-струйные способы очистки обеспечивают шероховатость и степень очистки поверхности в соответствии со

стандартами ISO 12944 и ГОСТ 9.402–80. Шероховатость очищенных поверхностей перед нанесением покрытий должна быть в пределах Ra = 12,5...15 мкм.

Очистка поверхности металла перед резкой. От подготовки металла к термической резке в значительной мере зависит качество поверхности резов и точность размеров вырезаемых деталей. Очистка поверхности разрезаемого металла обязательна, так как при наличии загрязнений не только ухудшается качество поверхности резов, но и, например, затрудняется выполнение кислородной резки, поскольку плотные слои прокатной окалины или ржавчины останавливают процесс резки. Поверхность разрезаемого металла очищают, как правило, механическими или термическими методами до степени Sa2.

При резке взрывом, водяной и водообразивной струей, ультразвуковой резке предварительная очистка поверхности разрезаемого материала не обязательна.

В судостроении для резки с высокой точностью размеров заготовок длиной 16–20 м с последующей сваркой применяют машины термической резки с пролетом до 25 м. Эти машины используют не только для подготовки кромок перед сваркой, но и для разметки участков последующей установки ребер жесткости.

Судостроительные предприятия применяют заготовки с нанесенным грунтом или с защитными покрытиями на основе цинка. Если не удалить покрытие, то цинковые включения уменьшат скорость сварки и в некоторых случаях могут вызвать нежелательную пористость, требующую последующего ремонта.

С целью одновременного удаления покрытий в зоне будущей сварки в состав резательной машины вводят дробеструйный аппарат или шлифовальное устройство. При очистке поверхности узконаправленной струей дроби можно достигнуть удаления 85% защитного покрытия при скорости очистки 4 м/мин (табл. 2). Для современного производства — это небольшая скорость. Лучше подходит шлифовка, которая к тому же обеспечивает лучшее качество очистки поверхности.

Подготовка поверхностей сталей после термической резки к сварке. После термической резки кромок необходима очистка поверхностей реза до металлического блеска перед последующей сваркой. При этом обязателен контроль слоя снятого металла. Для получения нужного качества кромок необходимо снять слой металла толщиной 2–3 мм.

Таблица 2. Результаты испытаний различных способов маркировки и очистки поверхности

Параметр	Дуговая маркировка линий	Струйная маркировка линий или букв	Очистка поверхности шлифовкой			Узконаправленная дробеструйная очистка	
			20	15	10	4	6
Скорость, мм/мин	20	20	20	15	10	4	6
Остаточное загрязнение, %	–	–	8	5	2	15	40

Кислородная резка не позволяет производить разделку кромок на металле толщиной менее 5–6 мм. При плазменной и кислородной резке листов с небольшой толщиной и большой протяженностью в результате термического воздействия имеет место коробление. Поэтому более прогрессивным способом разделки кромок является, например, раскрой с помощью ножниц с последующей очисткой и выравниванием кромки кромкообрабатывающим инструментом. Холодный способ разделки кромок позволит сформировать чистые (без оксидов) кромки, выдержать все геометрические параметры кромок: углы, величину притупления на всей длине стыка согласно нормативам.

Для подготовки кромок в листовых конструкциях можно применять, например, переносной кромкообрабатывающий инструмент.

Как правило, кромкорезы не могут обрабатывать изделия сразу после кислородной резки. Сначала изделия необходимо торцевать, затем снять окалину, удалить вырывы, наплывы и брызги.

Предотвращение налипания брызг расплава на поверхность. Ряд технологических процессов, связанных с плавлением материалов (сварка, наплавка, термическое сверление, резка), сопровождается разбрызгиванием части расплава. Немалая доля брызг налипает на поверхность обрабатываемого материала, что после окончания технологического процесса вызывает необходимость дополнительной очистки поверхности от налипших брызг. Для предотвращения налипания брызг расплава на защищаемую поверхность обрабатываемого материала перед началом технологического процесса наносят специальные химические средства. Такие средства, как правило, имеют основой растительное или вакуумное масло и их производят в виде аэрозолей (Antispatter, UFO-1; Antiperl 1000 P/B, Antiperl 1000 CO2, Antiperl EMU №1), жидкостей (Protec®, Metallotion Protec CE15L, Protec CE16M, Protec WLS04) или паст (Dusofix, Antiperl 3000).

Стандарты в области очистки поверхностей конструкционных материалов

Международные стандарты

Обозначение	Название	Кол-во страниц
ISO 8501-1:1988	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень ржавления и степень подготовки стальных поверхностей без покрытия и стальных поверхностей после полного удаления прежнего покрытия	134
ISO 8501-1:1988 / Suppl:1994	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Информационное Дополнение к части 1: Фотографии типичных примеров внешних изменений, происходящих в стали в результате струйной очистки	104
ISO 8501-2:1994	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 2. Степень подготовки ранее покрытой стальной поверхности после локального удаления прежних покрытий	164
ISO 8501-3:2006	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 3. Степень очистки швов, надрезанных краев и других участков с дефектами поверхности	12
ISO 8502-2:2005	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 2. Определение наличия хлорида на очищенных поверхностях в лабораторных условиях	16
ISO 8502-3:1992	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 3. Оценка наличия пыли на стальных поверхностях, подготовленных под окраску (метод с применением самоклеющейся ленты)	16
ISO 8502-4:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 4. Руководство по оценке вероятности возникновения конденсации перед нанесением лакокрасочного покрытия	24
ISO 8502-5:1998	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 5. Измерение концентрации хлорида на стальных поверхностях, подготовленных под окраску	8
ISO 8502-6:2006	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 6. Извлечение растворимых загрязняющих веществ для анализа. Метод Бресла	16
ISO 8502-8:2001	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 8. Полевой метод рефрактометрического определения влаги	16
ISO 8502-9:1998	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 9. Полевой метод кондуктометрического определения солей, растворимых в воде	12
ISO 8502-11:2006	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 11. Полевой метод турбидиметрического определения содержания сульфата, растворимого в воде	12
ISO 8502-12:2003	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Испытания по оценке чистоты поверхности. Часть 12. Полевой метод титриметрического определения металлосодержащих ионов, растворимых в воде	12
ISO 8503-1:1988	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Характеристики шероховатости стальной поверхности, прошедшей пескоструйную очистку. Часть 1. Технические условия и определения согласно стандарту ISO компараторов профиля	8
ISO 8503-2:1995	Подготовка стальных поверхностей под покраску и обработка соответствующими материалами. Характеристики шероховатости стальной поверхности, прошедшей пескоструйную очистку. Часть 2. Метод классификации профиля стальных поверхностей, прошедших абразивную пескоструйную очистку	8
ISO 8503-3:1995	Подготовка стальных поверхностей под покраску и обработка соответствующими материалами. Характеристики шероховатости стальной поверхности, прошедшей пескоструйную очистку. Часть 3. Метод калибровки компараторов профиля поверхности согласно стандарту ISO. Определение	12

Обозначение	Название	Кол-во страниц
ISO 8503-4:1988	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Характеристики шероховатости стальной поверхности, прошедшей пескоструйную очистку. Часть 4. Метод калибровки компараторов профиля поверхности согласно стандарту ISO и определения	12
ISO 8503-5:2003	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Характеристики шероховатости стальной поверхности, прошедшей пескоструйную очистку. Часть 5. Определение профиля поверхности методом реплик на ленте	16
ISO 8504-1:2000 Ed. 2	Подготовка стальных поверхностей под покраску и обработка соответствующими материалами. Методы подготовки поверхности. Часть 1. Общие принципы	6
ISO 8504-2:2000 Ed. 2	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы подготовки поверхности. Часть 2. Абразивно-струйная очистка	13
ISO 8504-3:1993 Ed. 1	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы подготовки поверхности. Часть 3. Ручная и автоматизированная очистка	12
ISO 3274:1996 Ed. 2	Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Nominal characteristics of contact (stylus) instruments	13
ISO 11124-1:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на металлические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 1. Общее введение и классификация	12
ISO 11124-2:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на металлические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 2. Угловатозернистый порошок из отбеленного чугуна	12
ISO 11124-3:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на металлические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 3. Сферический порошок и угловатозернистый порошок из высокоуглеродистой литой стали	12
ISO 11124-4:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на металлические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 4. Сферический порошок из низкоуглеродистой литой стали	12
ISO 11125-1:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 1. Отбор образцов	12
ISO 11125-2:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 2. Определение распределения размера частиц	12
ISO 11125-3:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 3. Определение твердости	12
ISO 11125-4:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 4. Определение насыпной плотности	8
ISO 11125-5:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 5. Определение процента дефектных частиц и микроструктуры	12
ISO 11125-6:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 6. Определение посторонних веществ	8
ISO 11125-7:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний металлических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 7. Определение влажности	8
ISO 11126-1:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 1. Общее введение и классификация	16
ISO 11126-3:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 3. Медный рафинированный шлак	12
ISO 11126-4:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 4. Угольный печной шлак	12
ISO 11126-5:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 5. Никелевый рафинированный шлак	12

Обозначение	Название	Кол-во страниц
ISO 11126–6:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 6. Железный печной шлак	12
ISO 11126–7:1995	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 7. Плавленный глинозем	10
ISO 11126–8:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 8. Оливиновый песок	12
ISO 11126–9:1999	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для дробеструйной очистки. Часть 9. Ставролит	8
ISO 11126–10:2000	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Технические условия на неметаллические абразивы для пескоструйной/ дробеструйной очистки. Часть 10. Альмандиновый гранат	12
ISO 11127–1:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 1. Отбор образцов	12
ISO 11127–2:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 2. Определение распределения размера частиц	8
ISO 11127–3:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 3. Определение насыпной плотности	8
ISO 11127–4:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 4. Оценка твердости посредством испытаний с помощью предметных стекол микроскопа	8
ISO 11127–5:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 5. Определение влажности	8
ISO 11127–6:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 6. Определение растворимых в воде примесей посредством измерения проводимости	8
ISO 11127–7:1993	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Методы испытаний неметаллических абразивов для дробеструйной очистки. Часть 7. Определение растворимых в воде хлоридов	8
EN 12921–1:2005	Машины для чистки поверхностей и предварительной обработки промышленных изделий с помощью жидкостей или паров. Часть 1. Общие требования безопасности	–
EN 12921–2:2005	Машины для чистки поверхностей и предварительной обработки промышленных изделий с помощью жидкостей или паров. Часть 2. Безопасность машин, использующих чистящие жидкости на водной основе	–
EN 12921–3:2005	Машины для очистки поверхностей и предварительной обработки промышленных изделий с помощью жидкостей или паров. Часть 3. Безопасность машин, использующих легковоспламеняющиеся чистящие жидкости	–
EN 12921–4:2005	Машины для чистки поверхностей и предварительной обработки промышленных изделий с помощью жидкостей или паров. Часть 4. Безопасность установок, в которых применяются галогенированные растворители	–
ISO 12944–4:1998 Ed. 1	Краски и лаки. Защита от коррозии стальных конструкций с помощью защитных лакокрасочных систем. Часть 4. Типы поверхности и подготовка поверхности	21
EN 13507:2001	Напыление термическое. Предварительная обработка поверхностей металлических изделий и компонентов для термического напыления	–
ISO/TR 15235:2001	Подготовка стальных поверхностей перед нанесением красок и аналогичных материалов. Накопленная информация по воздействию уровня загрязнения солью, растворенной в воде	32
DIN V 32540–1997	Качество поверхности. Термическая очистка лазерным лучом. Термины и определения, факторы влияния, процедура	8
ISO 3861:2005	Рукава резиновые для пескоструйной и дробеструйной обработки. Технические условия	12
ISO 6837:1982 Ed. 1	Surface active agents — Water dispersing power in dry cleaning solvents	5
ISO 14952–1:2003 Ed. 1	Space systems — Surface cleanliness of fluid systems — Part 1: Vocabulary	7
ISO 14952–2:2003 Ed. 1	Space systems — Surface cleanliness of fluid systems — Part 2: Cleanliness levels	6

Обозначение	Название	Кол-во страниц
ISO 14952-3:2003 Ed. 1	Space systems — Surface cleanliness of fluid systems — Part 3: Analytical procedures for the determination of nonvolatile residues and particulate contamination	15
ISO 14952-4:2003 Ed. 1	Space systems — Surface cleanliness of fluid systems — Part 4: Rough-cleaning processes	4
ISO 14952-5:2003 Ed. 1	Space systems — Surface cleanliness of fluid systems — Part 5: Drying processes	3
ISO 14952-6:2003 Ed. 1	Space systems — Surface cleanliness of fluid systems — Part 6: Precision-cleaning processes	7
EN ISO 4618-3:1999	Краски и лаки. Термины и определения для материалов покрытий. Часть 3. Обработка поверхности и методы нанесения	–

Межгосударственные стандарты

Обозначение	Название	Кол-во страниц
ГОСТ 9.402-2004	Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием	43
ГОСТ 23738-85	Ванны автооператорных линий для химической, электрохимической обработки поверхности и получения покрытий. Основные параметры и размеры	23

Стандарты и нормативно-технические документы Российской Федерации

Обозначение	Название	Кол-во страниц
ГОСТ 9.010-80	Единая система защиты от коррозии и старения. Воздух сжатый для распыления лакокрасочных материалов. Технические требования и методы контроля	17
ГОСТ 10955-80	Бараны очистные дробеметные непрерывного действия. Основные параметры и размеры	5
ГОСТ 11964-81	Дробь чугунная и стальная техническая. Общие технические условия	20
ГОСТ Р МЭК 60335-2-54-2000	Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Дополнительные требования к приборам для очистки поверхностей с использованием жидкостей или пара и методы испытаний	12
ОСТ5-9829-81	Единая система защиты от коррозии и старения. Очистка от окалины и ржавчины корпусных сталей и конструкций. Типовой технологический процесс	–
ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ	Ультразвук. Общие требования безопасности	13
ТУ 1789-001-34557754-99	Шлак гранулированный медеплавильного производства	–
ТУ 1783-00194412-28-02	Шлаки гранулированные отражательной плавки	–
ТУ 32-ЦП.2229-97	Машина моечная струйная тупиковая. Тип А2366	–
ТУ 32-ЦП.2228-97	Машина моечная струйная проходная. Тип А2346	–
ПОТ Р М-019-2001	Межотраслевые правила по охране труда при производстве ацетилена, кислорода, процессе напыления и газопламенной обработке металлов	–
Постановление Минтруда РФ от 14.08.2002 г. №55	Межотраслевые правила по охране труда при газопламенной обработке материалов	–
РД 34.27.104-92	Методические указания по применению средств наружной очистки поверхностей нагрева паровых котлов	24
РД153-34.1-37.410-00	Методические указания по безреагентным способам очистки теплообменного оборудования от отложений	–
РД34.22.501-87	Методические указания по предотвращению образования минеральных и органических отложений в конденсаторах турбин и их очистке	–
РД34.37.409-96	Методические указания по предпусковой пароводокислородной очистке и пассивации внутренних поверхностей энергооборудования	–

Нормативно-технические документы Украины

Обозначение	Название
ВСН 178-84 / МНГС	Инструкция по технологии контроля качества очистки наружной поверхности трубопроводов инструментальными методами (разработчик — ДК «Укртрансгаз»)
НПАОП 1.4.72-2.26-88 (ОСТ 1.42377-88)	Очистка деталей механическим способом. Вимоги безпеки
НПАОП 1.4.10-2.34-79 (ОСТ 26-01-1020-79)	Вироби хімічного машинобудування. Очищення від окалини та іржі. Вимоги безпеки
НПАОП 1.4.72-1.05-60	Правила з техніки безпеки і промислової санітарії при обчищенні деталей гідропіскоструменним і дробоструменним способами і травленням
ДСТУ EN 271:2003 (CD). Поправка ІПС 2-2005	Засоби індивідуального захисту органів дихання. Дихальні апарати з капюшоном з лінією стисненого повітря або з примусовим подаванням повітря через шланг для використання в умовах абразивної і ударної дії матеріалів. Вимоги, випробування, маркування. (EN 271: 1995, IDT) — Вперше. Чинний від 01.10.2004

● #975

Восстановление резьбовых отверстий в осях железнодорожных вагонов сваркой взрывом

Л. М. Лобанов, акад. НАНУ, **С. Ю. Илларионов**, **Л. Д. Добрушин**, д-р техн. наук, **Н. А. Пашин**, канд. техн. наук, **В. В. Тисенков**, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, **С. В. Бондарев**, канд. техн. наук, **С. А. Гаврилов**, Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения, **А. В. Кутишенко**, главный инженер Главного управления вагонного хозяйства ГП «Укрзалізниця» (Киев)

На современном этапе развития железнодорожного транспорта Украины в сложных экономических условиях актуальна проблема продления эксплуатационного ресурса подвижного состава за счет восстановления работоспособности изношенных деталей железнодорожных вагонов. Поэтому особое внимание уделяют разработке прогрессивных технологических процессов восстановления, отличающихся высокой надежностью при минимальной себестоимости и достаточно легко реализуемых в условиях вагоноремонтных предприятий «Укрзалізниця».

Важное место занимают вопросы восстановления работоспособности осей РУ1–Ш колесных пар вагонов (Стандарт ИСО 1005–9–86). Это связано с высокой стоимостью и материалоемкостью их изготовления, а также со значительным количеством поврежденных осей (до 10 000 шт.), накопленных на вагоноремонтных предприятиях «Укрзалізниця».

Одним из самых распространенных и трудноустраняемых дефектов осей является повреждение или изнашивание резьбовых отверстий М20 (М16) под болты крепления стопорных планок роликовых подшипников: незначительное механическое повреждение элемента резьбы выводит из эксплуатации крупногабаритную конструкцию ответственного назначения, нормативный ресурс которой составляет 8–15 лет. При этом к резьбовому отверстию предъявляют высокие требования по статической прочности, сопротивлению усталости и точности геометрических размеров.

Наиболее распространенным способом восстановления резьбовых отверстий является их заплата дуговой сваркой в среде углекислого газа или покрытым электродом с последующим высверливанием отверстия и нарезанием новой резьбы. Данному способу присущ ряд недостатков, один из которых высокая стоимость специализиро-

ванного сварочного оборудования и расходных материалов. Следует отметить, что стали марок А1, А2, А3 и А4, из которых изготавливают оси вагонов, относят к классу ограниченно свариваемых (ГОСТ 1380–71), т.е. склонных к образованию трещин при сварке в обычных условиях. Это вызывает необходимость разработки особых технологических мероприятий, обеспечивающих требуемое качество наплавленного металла. При этом геометрия «пробочного» типа сварного соединения приводит к затрудненной усадке шва, что является дополнительным фактором, вызывающим трещинообразование в металле шейки оси. Остаточные усадочные укорочения обуславливают искажение геометрических характеристик детали, следствием чего является недопустимое уменьшение диаметра посадочного места оси под роликовый подшипник.

Альтернативным и более простым является способ, разрабатываемый для вагоноремонтных предприятий Российской Федерации: поврежденное отверстие рассверливают, нарезают в нем резьбу большего диаметра и вкручивают цилиндрическую полу втулку с внутренним диаметром М20. Однако и данный способ характеризуется низкой надежностью, так как в процессе эксплуатации может произойти выкручивание втулки под действием вибрационных нагрузок, характерных для работы оси железнодорожного вагона.

Предлагаемый новый способ восстановления резьбовых отверстий базируется на использовании принципов и технологии сварки взрывом и имеет следующие преимущества:

- низкую стоимость сборочной оснастки и расходных материалов;
- соответствие прочности сварного соединения прочности наименее прочного металла в соединении;

- отсутствие термического воздействия, характерного для сварки плавлением, и следовательно, трещинообразования;
- отсутствие дефектов формирования и структуры, характерных для сварки плавлением, таких как поры, непровары, подрезы и шлаковые включения;
- отсутствие усадочных укорочений и уменьшения диаметра посадочного места шейки оси под роликовый подшипник.

Объектом для разработки являлись поврежденные резьбовые отверстия М20–6Н шеек осей РУ1–Ш длиной 180 мм (рис. 1).

Нанесение восстановительного покрытия способом сварки взрывом непосредственно на остатки поврежденной резьбы не представляется возможным, поэтому резьбовой канал растачивали до диаметра 20,4 мм. Для плакирования каналов диаметром 10–25 мм использовали схему внутреннего плакирования со стержневым зарядом (рис. 2). Она наиболее технологична в исполнении и проста для расчетов режима сварки взрывом. Взрывчатым веществом служила смесь, в которой базовым компонентом является аммонит № 6ЖВ. Скорость детонации и, соответственно, скорость точки контакта равна 3–3,5 км/с.

В качестве материала плакирующей втулки была выбрана Ст.20. Такой выбор обусловлен тем, что при сварке взрывом плакирующий элемент подвергается значительной высокоскоростной деформации и поэтому должен быть достаточно пластичным. Если в качестве показателя пластичности ориентироваться на относительное удлинение при растяжении δ , то оптимальным для сварки взрывом является материал с $\delta \geq 25\%$. В данном случае применяли заряд диаметром, близким к критическому (если диаметр заряда ниже критического, то процесс распространения детонационной волны не происходит). Для минимизации энергии, расходуемой на пластическую деформацию зоны соединения, материал втулки выбирали с высокими пластическими характеристиками, принимая во внимание, что химический состав втулки и стали оси не должен иметь значительных отличий во избежание возможности появления гальванической пары, интенсифицирующей коррозионные процессы.

В соответствии с данными сертификата качества выбранная плакирующая втулка имеет следующие механические свойства: $\sigma_B = 420...425$ МПа, $\sigma_T = 274...286$ МПа, $\delta = 42...43\%$. Как показали дальнейшие испы-

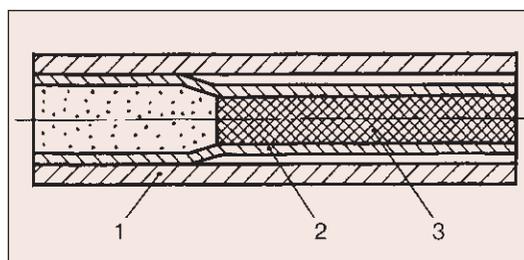
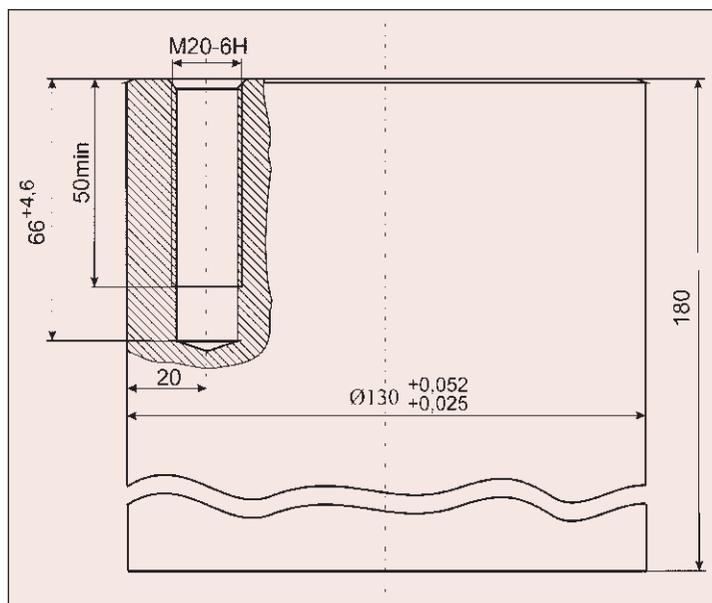


Рис. 1. Схематический чертеж шейки оси

Рис. 2. Схема внутреннего плакирования со стержневым зарядом: 1 — плакируемая труба; 2 — плакирующая труба; 3 — заряд взрывчатого вещества

тания, малая статическая прочность втулки по сравнению с прочностью стали оси компенсируется достаточной конструкционной прочностью восстановленной резьбы — от нее требуется, прежде всего, устойчивость к небольшим по величине, но многократным нагрузкам, имеющим место при реальной эксплуатации осей. Необходимо отметить, что при высокоскоростной деформации, характерной для сварки взрывом, происходит значительное упрочнение металла втулки, что положительно сказывается на обеспечении требуемой конструкционной прочности резьбового соединения.

Толщина стенки плакирующей втулки была выбрана равной 2,5 мм. При выборе толщины стенки учитывали следующие факторы:

- внутренний диаметр восстановленной поверхности должен быть не более 17,3 мм;
- изношенное резьбовое отверстие следует растачивать до диаметра 20,4 мм;
- из-за действия высокого импульса давления при плакировании происходит расширение отверстия;

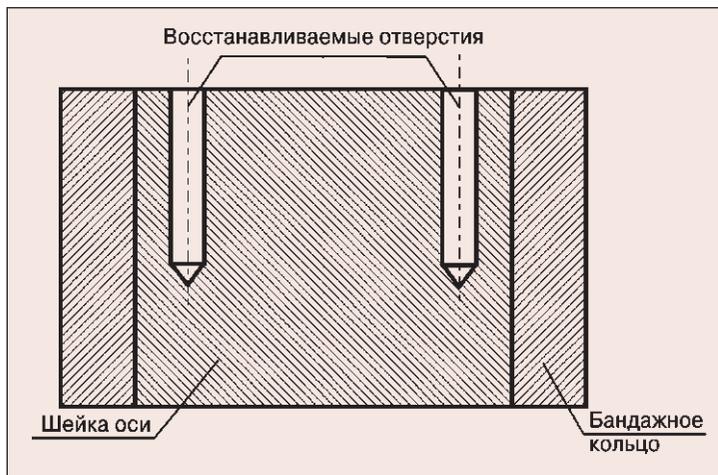


Рис. 3. Схема бандажирования шейки оси



Рис. 4. Макрошлиф восстановленного резьбового отверстия

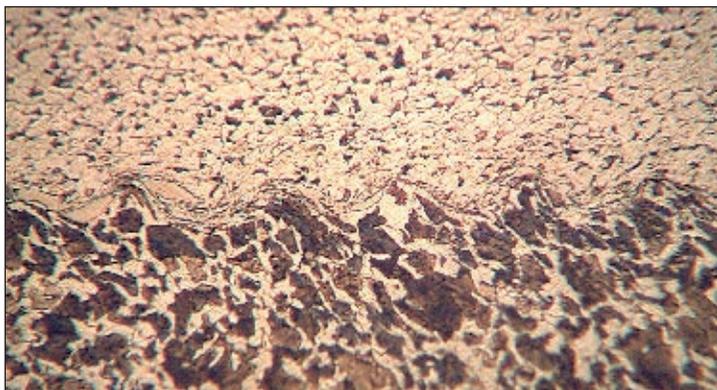


Рис. 5. Микроструктура соединения восстановительного покрытия (Ст. 20 сверху) и металла шейки оси, $\times 20$

- в результате расширения плакирующей втулки в процессе метания она становится тоньше.

Для предотвращения значительного расширения отверстия в процессе взрывного плакирования, а также существенного увеличения диаметра шейки оси использовали ее бандажирование (рис. 3). При этом диаметр шейки оси все же несколько превысил ее номинальное значение (на 0,1–0,3 мм), что потребовало ее последующей корректировочной обточки.

На рис. 4 показано сечение восстановленного резьбового отверстия. Ближе ко дну канала существует непровар длиной 5 мм, что характерно при сварке взрывом. В соответствии с рис. 1 резьбу необходимо нарезать только длиной 45 мм, поэтому наличие такого непровара допустимо. На рис. 5 показана микроструктура соединения стальной шейки оси и восстановительной втулки вдоль оси отверстия. Граница зоны соединения имеет волнообразную форму и характеризуется достаточной стабильностью, что свидетельствует о качественном сварном соединении. Изменения структуры металла вне зоны соединения не выявлено.

В качестве способа оценки механической прочности и долговечности восстановленной резьбы был определен метод испытания на усталость. Соответствующая методика и стенд были разработаны специалистами ГП «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения». Схема устройства для испытаний показана на рис. 6. Устройство обеспечивает проведение испытаний на растяжение одновременно двух резьбовых отверстий в следующем режиме: $P_{\max} = 98,0$ кН и $P_{\min} = 49,0$ кН, частота нагружения 5 Гц. Базовыми образцами для сравнения были шейки новых осей. Перед испытаниями проверяли геометрические характеристики резьбовых отверстий М20–6Н с помощью резьбового калибра «проход»–«непроход». Нагрузению подвергали лишь два первых витка резьбы (т. е. болт закручивали на два витка), что ужесточило испытания, так как в реальной ситуации эксплуатации осей болт закручивают минимум на шестнадцать витков. Нагружение большего числа витков приводило к отрыву головок или резьбовой части болтов и не давало возможности полностью довести резьбу в отверстии до разрушения.

Результаты испытаний на усталость образцов новых шеек осей типа РУ1–Ш и шеек с восстановленными резьбовыми отвер-

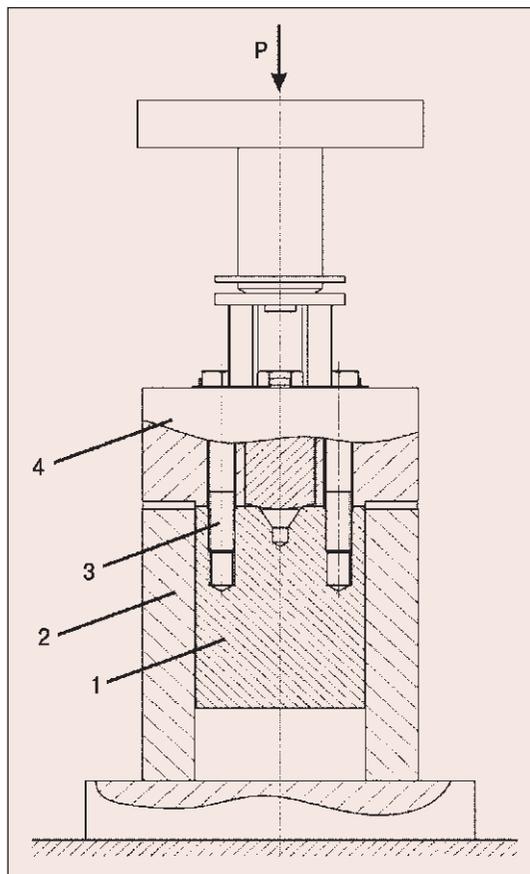


Рис. 6. Схема устройства для испытаний шейки оси: 1 — шейка оси; 2 — стакан; 3 — болт; 4 — фиксатор

ствиями приведены в *таблице*. На *рис. 7* и *8* показаны новые и восстановленные отверстия шеек осей после испытаний.

Для определения минимальной долговечности резьбы N_{\min} (минимальное количество циклов до разрушения с вероятностью 0,95) была использована формула:

$$\lg N_{\min} = \lg N - Z\alpha S_{\lg N},$$

где $\lg N$ — логарифм среднего значения долговечности; $Z\alpha$ — квантиль нормального распределения для заданной односторонней вероятности α , при $\alpha = 0,95$ $Z\alpha = 1,645$; $S_{\lg N}$ — среднеквадратическое отклонение логарифма долговечности.

После обработки результатов испытаний были получены следующие минимальные значения долговечности:

- для образцов шеек, изготовленных из новых осей, $N_{\min} = 127000$ циклов нагружения;
- для образцов шеек осей с восстановленными способом сварки взрывом резьбовыми отверстиями $N_{\min} = 122000$ циклов нагружения.

Все это позволяет сделать вывод о том, что способ сварки взрывом целесообразно

Таблица. Результаты испытаний на усталость резьбовых отверстий шеек осей

Новые оси		Оси с восстановленными резьбовыми отверстиями	
Номер образца	Долговечность N_p , количество циклов	Номер образца	Долговечность N_p , количество циклов
1	156 000	1	145 000
2	134 000	2	124 000
3	142 000	3	145 000
4	165 000	4	150 000



Рис. 7. Отверстие в новой (базовой) шейке оси после испытаний



Рис. 8. Отверстие в восстановленной шейке оси после испытаний

применять для нанесения восстановительного покрытия в поврежденное резьбовое отверстие M20-6H шейки оси РУ1-Ш колесных пар вагонов, так как этот процесс не вызывает появления трещин в металле шейки и зоне соединения с восстановительным покрытием, а также усадочных укорочений и уменьшения диаметра посадочного места шейки оси под роликовый подшипник. Минимальное количество циклов нагружения, определивших долговечность осей с резьбовыми отверстиями, восстановленными способом сварки взрывом, составило 122 000, что лишь на 4% ниже базового значения для новых осей. ● #976

Пайка алюминия и его сплавов порошковыми припоями*

Dr. Zbigniew Mirski, dr. Kazimierz Granat, dr. Hubert Drzeniek (Вроцлав, Польша)

В настоящее время во многих областях техники алюминий и его сплавы эффективно соединяют различными способами пайки. К ним относятся и твердая пайка соединений, к которым предъявляются особо высокие требования. Применение пайки алюминия и его сплавов превалирует по сравнению с обычными способами соединения при изготовлении теплообменников, нагревательных и охлаждающих агрегатов, климатических установок, а также электрических машин и токопроводящих соединений.

Газопламенная пайка алюминия должна проводиться по тщательно выбранной технологии. В зависимости от того, является ли эта пайка ручной или механизированной, следует выбирать соответствующие припои. Чаще всего при твердой пайке алюминия и его сплавов используют силуминовые припои с содержанием кремния 5–12% по массе. В практике обычно используют припои AlSi12, AlSi10, AlSi7,5.

В данной работе представлены примеры газопламенной пайки с использованием порошковых припоев. Их производят, используя ленту толщиной 0,3 мм из сплава AlSi12 и флюс фирмы Nocolok. При ручной пайке не рекомендуется использовать эти материалы с температурой активности флюса в диапазоне 565–572°C, близкой к температуре плавления припоя. В то же время хороший эффект наблюдается при использовании этих материалов для пайки в печи с контролируемой атмосферой, где можно точно установить температуру пайки. Соединение припоя AlSi12 и флюса Nocolok в виде порошковой проволоки позволяет легко проводить ручную газопламенную пайку даже в сложных условиях монтажа.

Спаиваемость алюминия и его сплавов. К проблемам, возникающим при пайке алюминия и его сплавов, относятся:

- высокая температура плавления оксидов алюминия Al_2O_3 — 2060 °C и необходимость их устранения при пайке путем тщательного подбора флюса или использования защитных газов;
- высокая теплопроводность алюминия — 235 Вт/(м·К), в 3–4 раза выше, чем теплопроводность нелегированной стали;
- высокий коэффициент линейного растяжения алюминия — $23,6 \cdot 10^{-6}$ 1/К, в 2 ра-

за больший по сравнению с коэффициентом растяжения нелегированной стали;

- отсутствие цветов побежалости при подогреве, что позволяет оценить температуру пайки так же, как при нагревании стали, а также меди и ее сплавов;
- относительно низкая температура плавления алюминия (600°C) и его сплавов (570–640°C), при близких температурах пайки припоями на основе Al–Si (590–615°C);
- нагрев до температуры твердой пайки вызывает снижение характеристик стойкости алюминия и его сплавов;
- при пайке сплавов алюминия с повышенным содержанием Mg, Fe, Cu, Mn и Zn образуется межметаллическая твердая фаза, приводящая к хрупкости паяных соединений;
- сплавы алюминия с содержанием Mg 2 мас. % и более характеризуются трудностью пайки. При содержании Mg более 1 мас.% проявляется значительная диффузия припоя сплавов Al–Si вдоль границ зерен материала основы, что приводит к значительному снижению стойкости паяного соединения. Без особых проблем можно паять сплавы Al, в которых максимальное содержание составляющих не превышает следующих значений, мас. %: Mn — 1,5; Cu — 0,5; Zn — 6,5.

Порошковая пайка. Исходным материалом для изготовления металлической оболочки порошковой проволоки был сплав EN AW-4047A (AlSi12), согласно PN-EN 573-3:1998, химический состав которого близок эвтектическому (12,6 мас.% Si, остальное Al, температура плавления 577°C). Химический состав флюса Nocolok соответствует эвтектике AlF₃–KF при температуре плавления 565–572°C. Но температура несколько ниже температуры плавления припоя. Использование порошкового припоя облегчает процесс пайки. Существуют различные виды порошковых припоев. Разрез наиболее часто встречающихся порошковых припоев показан на *рис. 1*. Их общей характеристикой является сечение в виде замкнутого круга, что делает невозможным вы-

* Статья опубликована в журнале «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» №5–2008.

ход порошкового флюса. На *рис. 1, б-г* в середине трубки находится проволока Al-Si12, которая увеличивает удельный вес припоя по отношению к флюсу. Реже применяется решение, когда в середину трубки вводится порошок Al-Si12 (*рис. 1, д*). В этом случае имеет место большая площадь поверхности этих частичек и большее количество оксидов Al_2O_3 по сравнению с вводом проволоки. Особенностью разреза порошковой проволоки Al-Si12 является полная замкнутость кругового сечения, без видимых разрывов (*рис. 1, е*).

Для облегчения процесса газопламенной пайки, особенно механизированной, из порошковых припоев часто формируются кольца, диаметром точно соответствующим диаметру трубок припоя. При создании порошковых припоев следует принимать во внимание соотношение содержания припоя и флюса для того, чтобы обеспечить минимальное количество флюса, что дает возможность получить припой с такими свойствами, как текучесть и капиллярность. Следует обращать внимание и на увеличение поверхности стыка колец с материалом основы, что позволяет ускорить перенос теплоты с нагретых элементов (*рис. 1, в, г*). Порошковые припои фирмы «Euromat Sp.z.o.o.» во Вроцлаве изготовлены из ленты Al-Si12 шириной 0,3 мм в виде проволоки диаметром 1,6 и 2,0 мм. Сначала изготавливаются трубки, соединенные встык, а затем непосредственно на предприятии перед применением добавляется флюс.

При использовании флюса Nocolok в области пайки остается негигроскопичный раскисленный шлак, предупреждающий появление коррозии на соединении, вызываемой химическим воздействием активных элементов.

Пайка алюминия и его сплавов порошковыми припоями. Пайку порошковым припоем Al-Si12 проводили с использованием порошковой проволоки диаметром 2,0 мм. Пробную пайку выполняли на листах чистого алюминия толщиной 2,0 мм. Процесс проводили так, чтобы получить угловое соединение, дозируя порошковый припой с одной стороны спаивания. После механической очистки поверхности алюминиевых листов и их обезжиривания проводили нагрев пропаново-воздушным пламенем до температуры пайки. Только после этого вводили порошковый припой, который постепенно заполнял капиллярные трещины, возникающие в результате неровности поверхности, переплывая на другую сторону соединения. Таким способом было получено соединение, пока-

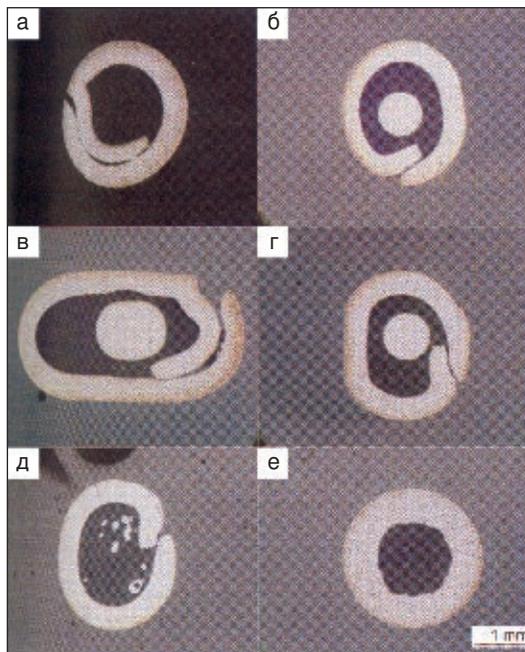


Рис. 1. Поперечный разрез алюминиевых порошковых припоев

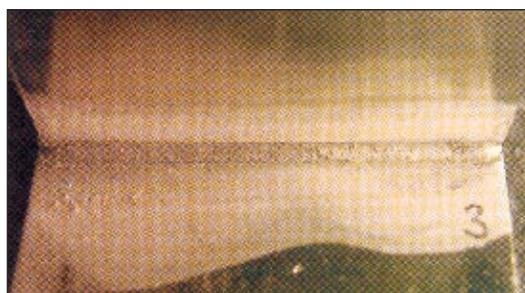


Рис. 2. Соединение алюминия порошковым припоем Al-Si12 диаметром 2,0 мм. Вид со стороны пайки

занное на *рис. 2*. Листы испытывали на вертикальный изгиб с противоположной стороны пайки. Пробы эти были позитивными, ничто не повлияло на качество пайки при вертикальном изгибе листа под углом 90° .

Пайка трубок теплообменника из сплава алюминия. Трубчатые соединения выполняли на трубках из сплава Al-Si12 с внешним диаметром 12,0×0,8 мм. Химический состав сплава алюминия, мас. %: 0,1 Cr; 0,2 Zn; 0,3 Mg; 0,1–0,4 Ti; 0,5 Si; 0,7 Fe; 0,7–1,4 Mn, остальное Al. Механические свойства сплава алюминия следующие:

- условный уровень пластичности $R_{0,2} = 104...106$ МПа (мин. 80 МПа);
- стойкость к растяжению $R_m = 115$ МПа (мин. 105 МПа);
- относительное удлинение $A_5 = 36,7\%$ (мин. 25%).

Соединение трубок выполнено с использованием порошкового припоя Al-Si12 диаметром 2,0 мм, подаваемого вручную, при воздействии пропан-кислородного пламени. Трубки для пайки были предварительно обезжирены без использования оксидов Al_2O_3 . Это сделано с целью сокращения

числа процессов, связанных с особой подготовкой поверхности алюминия, и затрачиваемых средств. Пример выполнения паяного соединения показан на *рис. 3*.

Разрез трубчатого соединения показан на *рис. 4*. Здесь видно хорошее заполнение щели припоем Al-Si12, а мелкие недочеты,

Рис. 3. Внешний вид трубчатых соединений

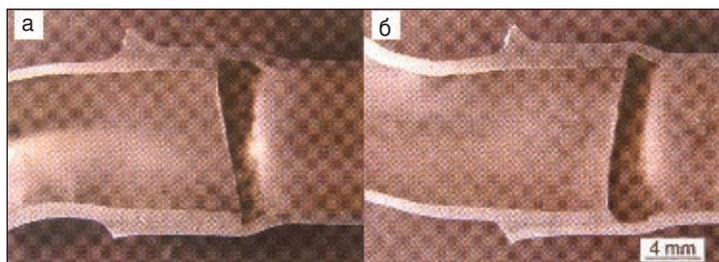
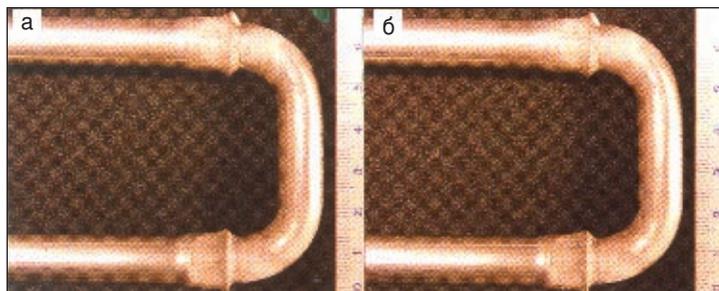


Рис. 4. Заполнение щели при пайке в трубчатых соединениях

Рис. 5. Соединение алюминиевого коллектора с трубками диаметром 12×0,8 мм

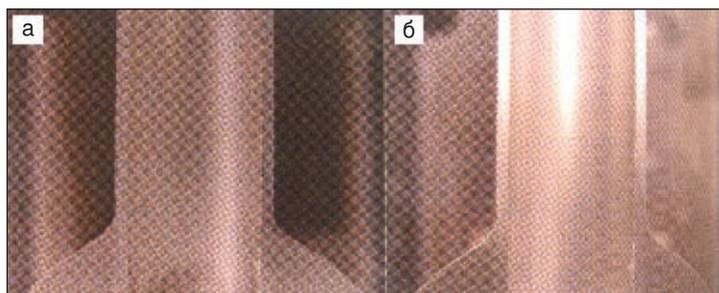
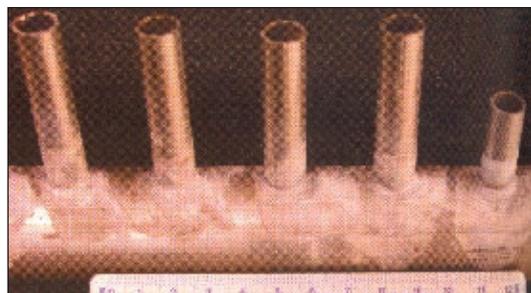
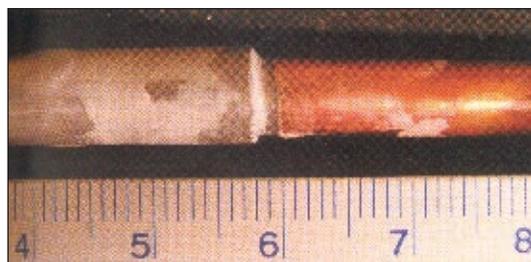


Рис. 6. Разрез паяных соединений в коллекторе

Рис. 7. Трубчатое соединение Al-Cu, выполненное порошковым припоем Al-Si12



проявившиеся при пайке, не повлияли на прочность соединения. Микроструктура паяного соединения состоит из первичной, дендритной выделенной «альфа»-фазы и эвтектики Al-Si.

Микротвердость паяного соединения определяли по Виккерсу при нагрузке 25g согласно требованиям PN-EN ISO 6507-1:2007. Микротвердость материала основы составила 30–32 HV 0,025. В зоне влияния теплоты наблюдается небольшой рост твердости – примерно до 35–36 HV 0,025. В припое Al-Si12 микротвердость больше, чем микротвердость основного материала приблизительно на 50%, и в «альфа»-фазе составляет 46 HV 0,025, а в области эвтектики даже около 70 HV 0,025.

Для соединения трубок диаметром 12×0,8 мм с алюминиевым коллектором диаметром 35×4,0 мм пайкой применяли уже ацетилено-кислородное пламя. Вид соединения показан на *рис. 5*.

Разрез паяных соединений в коллекторе показан на *рис. 6*. В соединениях не обнаружено значительных недостатков пайки.

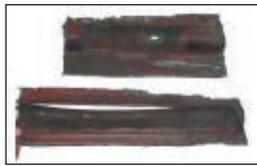
Соединения Al-Cu. Порошковый припой Al-Si12 диаметром 2,0 мм применяли также для выполнения соединений разных металлов Al-Cu в виде трубок из меди диаметром 6×0,7 мм и алюминия диаметром 7×0,7 мм. Трубчатое соединение такого типа выполняли в холодильных системах. Вид паяного соединения Al-Cu показан на *рис. 7*.

Длина чаши составляет примерно 20 мм, что предполагает большую вероятность плотности соединения. Пайка выполнена пропан-воздушным пламенем. При пайке получено неполное заполнение щели в продольной части соединения, но при большей длине чаши неполное заполнение щели не опасно.

Результаты исследований. Порошковые припои Al-Si12 в виде проволоки диаметром 2,0 мм, дополненные флюсом Nokolok, могут использоваться в ручной газопламенной пайке алюминиевых теплообменников. Использование припоя с флюсом облегчает процесс по сравнению с применением аналогичных материалов для пайки, но в другом составе. Паяное соединение в алюминиевых теплообменниках показывает достаточное заполнение щели, которая запаивается, даже если при подготовке поверхности ограничиться только обезжириванием. Порошковые припои Al-Si12 могут быть также с успехом применяться для выполнения трубчатых соединений Al-Cu, входящих в состав холодильных систем. ● #977



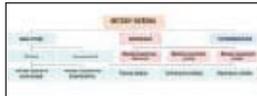
**Содержание
журнала «Zvarac»
№1–2009 г.
(Словакия)**



P.Palcek, M.Chalupova.
Анализ причин
возникновения трещин
на трубах котла
в области
сварного шва 3



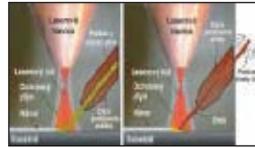
V.Koruk, P.Zubor, B.Benko.
Влияние параметров
точечной сварки трением
с перемешиванием
на развитие
микроструктуры и механические свойства
сварных соединений из стали TRIP 800 ZE 11



H. Kravarikova.
Цифровое
моделирование 15



А.А.Кайдалов. Абразивные
материалы для струйной
очистки поверхности
металлов. 19



T. Vrtochova.
Восстановление
и повышение срока
годности инструментов
лазерной наплавкой 25



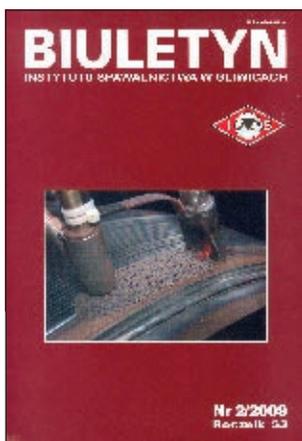
Борису Евгеньевичу
Патону, выдающемуся
ученому в области сварки,
специальной
электрометаллургии
и материаловедения,
исполнилось 90 лет. 31



L. Vehner.
Заметки из Ирака 33



Первая сварочная
ассоциация Словакии —
победитель конкурса
инноваций 2007 года. 50



**Содержание
журнала
«Biuletyn Instytutu
spawalnictwa
w Gliwicach»
№2–2009 г.
(Польша)**

Конференции,
семинары, выставки . 12
Сертификат системы
качества в области
сварки в соответствии с PN-EN ISO 3834-2:2007
получила фирма «Mostostal Bialystok Ltd» 27
Эдвард Добай (1932-2009) — к 76-летию
со дня рождения 29

ИССЛЕДОВАНИЯ

M. Banasik, J. Dworak, S. Stano. Лазерная сварка
металла с присадочной проволокой. 33

G. Jezierski. Рентгеновские лампы —
их виды и области применения 38

E. Turyk, Z. Marczak, I. Senczenkow.
Определение остаточных сварочных напряжений
в наплавленной поверхности роликов линии
непрерывной разливки стали методом Sachs. 48

*M. Fiedali, A. Bzymek, A. Timofiejczuk,
A. Czuprynski, W. Jamrozik.*
Оценка сварочного процесса на основе
визуального и термического анализа 50

J. Czuchryj, K. Walasek-Konior, S. Kondoszek.
Проблемы оценки качества экспериментальных
соединений, выполненных сварщиками
во время квалификационных тестов. 59

Документы Международного института сварки. . 67

Обзор статей из зарубежных журналов. 70

Новые книги 75

Новое сварочное оборудование и материалы . . 76

Новости от компаний 80



Новая методика гигиенической оценки сварочных материалов в соответствии с международными стандартами ISO 15011

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, О. Н. Безушко, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Среди показателей качества сварочных материалов, от которых зависит их конкурентоспособность на мировом рынке, на сегодняшний день особое внимание уделяется их гигиеническим характеристикам. В соответствии с современными международными стандартами сертификаты качества на сварочные материалы должны выдаваться с учетом предъявляемых к ним гигиенических требований.

Нормативные документы по охране труда в сварочном производстве, которые действовали до последнего времени в Украине, давно устарели и перестали отвечать современным требованиям. Методические указания по гигиенической оценке сварочных материалов и способов сварки, принятые еще в 1980 году, сводились только к определению удельного выделения сварочного аэрозоля (СА) и расчету необходимого воздухообмена в производственном помещении. Последний показатель ($\text{м}^3/\text{кг}$ сварочного материала) рассчитывали по ведущему токсическому компоненту в составе СА, не учитывая наличия в их составе других менее токсичных компонентов. Это не позволяло адекватно оценивать степень воздействия СА на организм сварщика и проводить объективную сравнительную гигиеническую оценку различных марок сварочных материалов. В европейских странах пользовались методикой, предложенной Международным институтом сварки, которая заключалась в определении двух показателей: предельно допустимой концентрации СА, $\text{мг}/\text{м}^3$, как меры токсичности СА; и номинального гигиенического требования к воздухообмену, $\text{м}^3/\text{мин}$. Поэтому из-за различий в методиках, провести сравнительную гигиеническую оценку отечественных сварочных материалов с европейскими не представлялось возможным. Таким образом, на протяжении многих лет становления теории гигиены труда в сварке существовала объективная необходимость в создании единой стандартизированной методики. В 2002–2006 г.г. в Европейском союзе был

введен в действие международный стандарт ISO 15011 «Гигиена и безопасность труда при сварке и родственных процессах. Лабораторный метод отбора аэрозолей и газов, образующихся при сварке»:

- ISO 15011–1:2002. Часть 1. Определение уровня выделений и отбор проб для анализа микрочастиц аэрозолей.
- ISO 15011–2:2003. Часть 2. Определение уровня выделений газов, за исключением озона.
- ISO 15011–3:2004. Часть 3. Определение уровня выделений озона.
- ISO 15011–4:2006. Часть 4. Форма для записи данных об аэрозолях.
- ISO/TS 15011–5:2006. Часть 5. Идентификация продуктов тепловой деструкции, образующихся при сварке или резке изделий, которые полностью или частично состоят из органических материалов.

В Украине сейчас ведут работы по введению в действие национального стандарта — ДСТУ ISO 15011.

В стандартах ISO 15011–1:2002 приведены требования к отбору проб и химическому анализу СА, ISO 15011–2:2003 и ISO 15011–3:2004 — к определению уровней выделений газов, образующихся при сварке, а в ISO/TS 15011–5:2006 — к определению уровней выделений продуктов теплового разложения органических материалов в результате сварки или резки. Вместе с тем эти стандарты не ограничивают применение методик определения вредных веществ, принятых в разных странах.

Используя результаты испытаний, полученные с помощью первых трех частей методического стандарта ISO 15011–4, можно оценить степень риска вредного воздействия сварочных материалов при их использовании на организм сварщика. Эта часть стандарта основана на современных представлениях в сфере охраны труда, которыми начинают пользоваться и в нашей стране, в частности о понятии рисков, обуслов-

ленных использованием тех или иных потенциально опасных технологий. В данном случае это — оценочная величина степени риска возникновения профессионального заболевания сварщика.

Проведение гигиенической оценки сварочных материалов начинается с выполнения требований ISO 15011–4 к условиям испытаний. В специальную форму для записи данных заносят исходную информацию: вид сварки, диаметр электрода, скорость сварки, размер и химический состав образца для испытаний, источник тока и т. п. Что касается диаметра электрода, то известно, что уровень (интенсивность, мг/с) выделения СА возрастает с увеличением диаметра электрода, что обусловлено повышением силы сварочного тока. Взаимосвязь между величиной сварочного тока и диаметром электрода является линейной для дуговой сварки, поэтому допускается получение экспериментальных данных об уровне выделений СА при наибольшем и наименьшем диаметрах исследуемых материалов и прогнозировать этот показатель для других диаметров методом интерполяции. Исключением является сварка проволокой сплошного сечения в среде защитного газа, при которой взаимосвязь между диаметром и интенсивностью выделений СА не является линейной (это подтверждается исследованиями, выполненными в ИЭС им. Е. О. Патона еще в 1985 г.), поэтому необходимо экспериментально получать данные об этих показателях для всех диаметров проволоки.

В стандарте ISO 15011–4 отмечено, что диаметр электрода не влияет на химический состав СА, а скорость сварки не имеет значительного влияния на уровень выделения СА и его химический состав. Что касается образца основного металла для испытаний, то он может влиять на химический состав и, в некоторых случаях, на уровень выделения СА. Поэтому нужно использовать образец основного металла с таким же или приближенным химическим составом, как у электрода или проволоки. Марка аппарата для сварки в среде углекислого газа влияет на уровень выделения СА, но не влияет на его химический состав. При импульсной сварке будет более низкий уровень выделения СА по сравнению с уровнем выделения СА при сварке непрерывным током. Наплавку рекомендуется проводить на пластину в виде валика, что обеспечивает максимальное выделение СА. На уровень выделения СА влияет угол наклона горелки при дуговой сварке в среде защитного газа и самозащитной порошковой проволокой, поэтому горелку располагают под углом наклона, равным 90°. Размещение горелки не влияет на химический состав СА.

В основе гигиенической оценки сварочных материалов в соответствии со стандартом ISO 15011–4 лежит сравнение содержания токсичных компонентов в составе СА с соответствующими ПДК.

Поскольку химический анализ является довольно дорогой процедурой и стоимость анализа зависит от количества исследуемых компонентов, его можно сократить, определив главные компоненты СА, например, такие как Cr, Cr(VI), Ni, Mn, F, Fe и другие в зависимости от состава испытываемого сварочного материала. При этом учитывают национальные требования к оценке токсичности СА: в одних странах, например Финляндии, Великобритании и др., это выполняется по определяющему токсичному компоненту СА, выбираемому из перечня главных токсичных компонентов. Нужно учитывать, что главным компонентом СА может быть любой компонент, который может изменять суммарное предельное значение выделений СА более чем на 5%.

При выполнении гигиенической оценки сварочного материала сначала с помощью химического анализа определяют концентрацию каждого из основных компонентов СА и рассчитывают его предельное значение по соотношению

$$LV_{WF(SC_i)} = \frac{LV_i}{i} \times 100, \quad (1)$$

где $LW_{WF(SC_i)}$ — предельное значение i -го главного компонента СА, мг/м³; LV_i — ПДК i -го главного компонента СА; i — массовая доля i -го главного компонента в составе СА, %.

Величины ПДК компонентов СА, принятые в разных странах, могут отличаться и меняться со временем, поэтому при составлении протоколов гигиенической оценки необходимо давать ссылки на соответствующие национальные стандарты.

В некоторых странах для оценки степени риска влияния СА на организм человека требуется использовать аддитивные (суммарные) значения ПДК всех компонентов, входящих в состав СА. В этом случае предельное значение СА рассчитывается по следующей формуле

$$LV_{WF(A)} = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{i}{LV_i} + \left(100 - \sum_{i=1}^n i\right) \frac{1}{LV_{WF}}}, \quad (2)$$

где $LW_{WF(A)}$ — суммарное предельное значение СА, мг/м³; n — число главных компонентов СА; i — массовая доля i -го главного компонента СА, %; LV_i — ПДК i -го главного компонента СА, мг/м³; LW_{WF} — ПДК химических веществ в составе СА с низкой и средней токсичностью, мг/м³.

Поскольку такие компоненты СА имеют на один-два порядка меньшие величины ПДК, что не существенно отражается на общей токсичности СА, то нет необходимости в их экспериментальном определении; их содержание проще рассчитать как $100 - \sum_{i=1}^n i$. Именно это позволяет сократить трудоемкость и стоимость химического анализа СА.

Далее, в зависимости от уровня выделений СА и его предельного значения, рассчитанного по соотношению (1) или формуле (2), проводят определение класса сварочного материала. Для этого пользуются системой классификации, представленной в *табл. 1*.

Класс сварочного материала может изменяться от 0 до 5 (0 – наиболее опасный, 5 – наименее опасный). Номер класса сварочного материала указывает на соответствующую токсичность СА и на приблизительную концентрацию СА, которую необходимо соблюдать, например, 1 означает, что концентрация СА не должна превышать 1 мг/м³. При этом суммарное предельное значение выделений СА округляют до ближайшего значения 0,1 мг/м³.

Пределы уровней выделений СА обозначены буквами *a, b, c, d, e*: *a* обозначает самый низкий, *e* – наиболее высокий уровень выделения СА. Например, сварочный аэрозоль, предельное значение выделений которого составляет 3 мг/м³, а уровень выделения – 5 мг/с, относится к классу *3b*. Таким образом, двузначное обозначение класса – цифрой (по величине предельного значения СА) и буквой (по уровню выделений СА) – дает возможность получить обобщенный показатель степени риска воздействия СА на организм сварщика.

Важной особенностью стандарта ISO 15011–4 является то, что он устанавливает требования к протоколу результатов испытаний, т. е. к форме для записи данных об аэрозолях. Пример такой формы данных о СА, образующихся при ручной дуговой сварке нержавеющей сталей покрытыми электродами, приведен в *табл. 2*. Из примера следует, что испытания, проведенные по определяющему компоненту, как принято в Финляндии и Великобритании, или по аддитивному значению главных компонентов, как принято в Дании, показали, что, несмот-

ря на эти различия, испытанные сварочные электроды могут относиться к одному и тому же классу, в данном случае – *1a*.

Систему гигиенической классификации сварочных материалов, приведенную в стандарте ISO 15011–4, можно использовать в следующих случаях:

- для оценки степени риска использования сварочных материалов;
- для получения гигиенического заключения при постановке новой продукции на производство;
- для сертификации сварочных материалов, в том числе ввозимых в Украину;
- для сравнительной гигиенической оценки различных видов и марок сварочных материалов (как наших, так и зарубежных) с целью выбора наиболее оптимальных технологий сварки;
- для выбора наиболее благоприятных по гигиеническим характеристикам марок (составов) сварочных материалов на стадии разработки;
- для выбора и расчета системы вентиляции (с учетом конкретных условий сварки, поскольку риск вредного воздействия СА на рабочего зависит не только от уровня выделений, но и других факторов, таких как площадь рабочего места, объем производственного помещения, время сварки, положение сварочной горелки и т. п.).

Для принятия в Украине стандарта ISO 15011 в настоящее время выполняются работы по проверке отечественных методик на соответствие этому стандарту и подготовке испытательных стендов для отбора проб СА и газов. При этом учитывается то, что применение данных международных стандартов допускает использование национальных нормативных документов для выполнения гигиенической оценки сварочных материалов и не ограничивает использова-

Таблица 1. Классификация сварочных материалов по уровню выделений и рассчитанному предельному значению выделений сварочного аэрозоля

Предельное значение выделений сварочного аэрозоля, мг/м ³	Уровень выделений аэрозоля, мг/с	Менее 3	От 3 до 8	От 8 до 15	От 15 до 25	Более 25
	Класс сварочного материала	A	B	C	D	E
Более 4,5	5	5a	5b	5c	5d	5e
От 3,5 до 4,5	4	4a	4b	4c	4d	4e
От 2,5 до 3,5	3	3a	3b	3c	3d	3e
От 1,5 до 2,5	2	2a	2b	2c	2d	2e
От 0,5 до 1,5	1	1a	1b	1c	1d	1e
Менее 0,5	0	0a	0b	0c	0d	0e

Таблица 2. Пример формы для записи данных о сварочных аэрозолях

Производитель/поставщик: Производитель сварочного материала	Адрес: 10000 Covered Electrode Avenue Weld City, OH 44117, USA www.consumable.com
Дата подготовки или утверждения: 2004-01-14	
Торговая марка сварочного материала: SS308L	Тип сварочного материала: Электроды для ручной дуговой сварки
Стандарты, согласно которым изготовлен сварочный материал: AWS A5.4-92 E308L-17 EN 1600:1997 E 19 9 L R 3 2	
Испытательная лаборатория: The Test House Metrology street Quality City, OH 44110 USA http://www.testhouse.com	Дата утверждения протокола испытания: 2003-12-24
	Наблюдение испытательной лаборатории: Номер партии, которая испытывалась 91207-03

Условия испытаний

Параметр	Условия испытаний
Диаметр сварочных электродов	3,2 мм
Ток	110 А
Напряжение	23,5 В
Полярность	Постоянный +
Скорость сварки	250 мм/мин
Материал образца для испытаний	ASTM A238 класс C: 1.0037 S235JR
Источник тока	Speedweld 1414, crisp arc

Уровень выделений и химический состав аэрозоля согласно ISO 15011-4

Уровень выделений аэрозоля	2,6 мг/с
	9,4 г/ч

Главные компоненты сварочного аэрозоля	Химический состав, % масс.
Cr	5,1
Cr(VI)	4,0
F ⁻	10
Fe	4,9
Mn	3,0
Ni	0,32

Необязательный дополнительный вариант формы для записи данных об аэрозолях

Предельное значение определяющего компонента сварочного аэрозоля, мг/м ³	Определяющий компонент	Класс составляющей сварочного аэрозоля	Страны, где используется
1,25	Cr (VI)	1a	Финляндия ¹⁾ , Великобритания ²⁾

Аддитивное предельное значение сварочного аэрозоля, мг/м ³	Класс сварочного аэрозоля	Страны, где применяется
0,5	1a	Дания ³⁾

Ссылки на нормативный документ

¹⁾ HTP-arvot 2002 Sosiaali- ja terveysministeriö Työsuojelusäädöksiä 3, Tampere (2002).

²⁾ Health and Safety Executive Occupational exposure limits EH 40/2002 HSE Books 2002 ISBN 0 7176 2083 2 (2002).

³⁾ Arbejdstilsynet Grænseværdier for stoffer og materialer At-anvisning No. 3.1.0.2 Arbejdstilsynet, Copenhagen (1996).

ние для химического анализа СА каких-то определенных приборов.

Введение в действие в Украине ДСТУ ISO 15011, как единого методического стандарта по гигиенической оценке сварочных материалов, позволит минимизировать

риск вредного воздействия СА на организм сварщиков при использовании новых сварочных материалов и будет способствовать их продвижению на мировом рынке, а также даст возможность контролировать ввозимые в Украину сварочные материалы. ● #978

«Сказочная» обработка металла



Карен Даниелян — большой мастер по созданию оригинальных скульптур. Персонажи у него разные, от смешных клоунов до глубоко прочувствованных философских персонажей, которые завораживают и заставляют задуматься. Желание еще и еще раз соприкоснуться с его работами, чтобы понять мир этого единственного в своем творческом стиле мастера, не исчезает никогда.

Карен Даниелян — член МАХ, выставляется на выставках, участвует в конкурсах в России и за рубежом. Имеет дипломы и награды. В его руках холодный металл (медь, мельхиор) обретает образ, который оставляет неизгладимый след в человеческой памяти. Его работы несут добро, тепло и бесконечную радость. Хочется пожелать этому незаурядному мастеру-сказочнику новых достижений и еще больших успехов.



WWW.KZESO.COM

*Став клиентом КЗЭСО, Вы можете рассчитывать
на персональный подход к Вашим заказам,
удовлетворение Ваших потребностей в качественных
и современных сварочных машинах,
сервисном обслуживании и технической поддержке!*



ИСТОРИЯ УСПЕХА...

рабочие моменты



1935 год

рабочие моменты



1980 год

рабочие моменты



1995 год

рабочие моменты



2006 год

рабочие моменты



2007 год

ОАО «КАХОВСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОСВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ»



Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



HYUNDAI
WELDING CO., LTD.

ООО "НПФ "Элна" является представителем компаний:
WELDING ALLOYS GROUP (Англия)
HYUNDAI WELDING Co. Ltd. (Южная Корея)
в Украине



ООО "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА "ЭЛНА"
ул. Антоновича, 69, г. Киев, 03150, Украина
тел. (044) 200-80-25, 200-85-11
факс (044) 200-85-11
e-mail: info@elna.com.ua
www.elna.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 «СЕРПРОЗ» 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, мостостроительные, 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 «Трансэнергомет М», Москва.
Отгрузка со складов Белгорода, Москвы, Железногорска Курской обл.
Тел. (095) 785-3622 — Коваленко Людмила Викторовна,
Охенский Владимир Викторович
Кащавцев Владимир Викторович,
Кащавцев Юрий Викторович