



5 (57) 2007

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

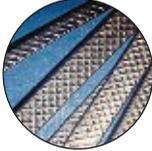
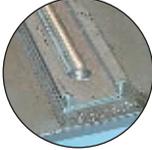
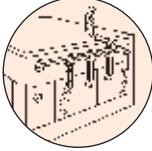
Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

5—2007

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	3	
	Технологии и оборудование		
	Наплавочные материалы для механизированных способов дуговой наплавки. <i>И. А. Рябцев, Ю. М. Кусков</i>	6	
	Сварка трением с перемешиванием тонколистовых материалов. <i>А. Г. Покляцкий, А. А. Гринюк, С. В. Подъельников</i>	11	
	Термитная сварка высокомарганцевых сталей. <i>Ю. Ю. Жигуц</i>	14	
	Наши консультации	17	
	Дискуссия		
	Актуальные проблемы повышения качества в сварочном производстве. <i>Б. В. Юрлов, В. М. Илюшенко</i>	19	
	Экономика сварочного производства		
	Не числом, а умением: пути к рентабельности в практике высокотехнологичного производства. <i>М. Р. Уданович</i>	24	
	Укрупненный расчет потребности в сварочных материалах в производстве. <i>А. А. Мазур</i>	28	
	Сертификация и качество		
	Гармонизация стандартов на наплавочные материалы в соответствии с требованиями европейского стандарта EN 14700 «Сварочные материалы — Сварочные материалы для наплавки». <i>И. И. Рябцев, Н. А. Проценко</i>	30	
	Проблемы компетентности персонала в системе управления качеством сварочного производства (обзор). <i>Л. М. Лобанов, Ю. К. Бондаренко, А. В. Ярцев</i>	38	
	Охрана труда		
	Системы вентиляции для сварочных цехов. <i>О. Г. Левченко</i>	46	
	Терминология в области термической обработки сварных конструкций. <i>П. М. Корольков</i>	49	

Новини техніки і технологій	3
Технології й устаткування	
• Наплавочні матеріали для механізованих способів дугового наплавлення. <i>І. О. Рябцев, Ю. М. Кусков</i>	6
• Зварювання тертям з перемішуванням тонколистових матеріалів. <i>А. Г. Поляцький, А. А. Гринюк, С. В. Под'ельников</i>	11
• Термітне зварювання високомарганцевих сталей. <i>Ю. Ю. Жигуц</i>	14
Наші консультації	17
Дискусія	
• Актуальні проблеми підвищення якості у зварювальному виробництві. <i>Б. В. Юрлов, В. М. Ілюшенко</i>	19
Економіка зварювального виробництва	
• Не числом, а вмінням: шляхи до рентабельності в практиці високотехнологічного виробництва. <i>М. Р. Уданович</i>	24
• Укрупнений розрахунок потреби в зварювальних матеріалах у виробництві. <i>А. А. Мазур</i>	28
Сертифікація і якість	
• Гармонізація стандартів на наплавочні матеріали відповідно до вимог європейського стандарту EN 14700 «Зварювальні матеріали — Зварювальні матеріали для наплавлення». <i>І. І. Рябцев, Н. О. Проценко</i>	30
• Проблеми компетентності персоналу в системі управління якістю зварювального виробництва (огляд). <i>Л. М. Лобанов, Ю. К. Бондаренко, А. В. Ярцев</i>	38
Охорона праці	
• Системи вентиляції для зварювальних цехів. <i>О. Г. Левченко</i>	46
• Термінологія в галузі термічної обробки зварних конструкцій. <i>П. М. Корольков</i>	49
CONTENT	
News of technique and technologies	3
Technologies and equipment	
• Cladding materials for mechanized manners of arc cladding. <i>I. A. Ryabtsev, Yu. M. Kuskov</i>	6
• STIR welding of thin sheet materials. <i>A. G. Poklyatskiy, A. A. Grinyuk, S. V. Pod'yel'nikov</i>	11
• Thermit welding of high manganese steels. <i>Yu. Yu. Zhiguts</i>	14
Our consultations	17
Discussion	
• Actual problems of increasing of quality in welding production. <i>B. V. Yurlov, V. M. Ilyushenko</i>	19
Economic of welding production	
• Not of number, but of skill: ways to profitability in practice of high technology production. <i>M. R. Udanovich</i>	24
• Enlarged calculation of demand in welding materials in production. <i>A. A. Mazur</i>	28
Certification and quality	
• Harmonization of standards on cladding materials in correspondence with requirements of European standard EN 14700 «Welding materials — Welding materials for cladding». <i>I. I. Ryabtsev, N. A. Protsenko</i>	30
• Problems of personnel competence in system of quality management of welding production (review). <i>L. M. Lobanov, Yu. K. Bondarenko, A. V. Yartsev</i>	38
Labor protection	
• Systems of ventilation for welding shops. <i>O. G. Levchenko</i>	46
• Terminology in the field of thermal treatment of weld structures. <i>P. M. Korol'kov</i>	49

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

Учредители

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

Издатель

ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины,
Национальный технический
университет Украины «КПИ»

Журнал издается
при содействии UNIDO

Главный редактор

К. А. Ющенко

Зам. главного редактора

Б. В. Юрлов,
Е. К. Доброхотова

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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

Редакция

Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама

В. Г. Абрамишвили,
Ю. Б. Иванова

Верстка

Т. Д. Пашигорова, А. Е. Рублева

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон

+380 44 528 3523, 529 8651

Тел./факс

+380 44 287 6502

E-mail

welder@et.ua,
welder@welder.kiev.ua

URL

http://www.et.ua/welder/

Представительство в Беларуси

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

Представительство в России

Москва, ООО «Центр
трансфера технологий»
Анита Анатольевна Фокина
+7 495 626 0905, 626 0347
e-mail: cct94@mail.ru

Представительство в Прибалтике

Рига, Ирина Бойко
+371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.)
e-mail: irinaboyko@inbox.lv
Вильнюс, Александр Шахов
+370 52 47 4301
ПФ «Рекламос Центрас»

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 27.09.2007. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 27/09 от 27.09.2007. Тираж 3000 экз. Печать: издательство «Аврора Принт», 2007. 02081 Киев, ул. Причальная, 5. Тел./ф. (044) 502-61-31.

© ООО «Экотехнология», 2007



Новий зварювальний щиток 3М™ «Speedglas™ SL»

Застосування сучасних промислових технологій дозволило компанії «3М» зробити зварювальний щиток з фільтром автоматичного затемнення «Speedglas SL» значно легшим (360 г) у порівнянні з іншими, але з тими ж надзвичайно високими оптичними характеристиками та експлуатаційними якостями.

«Speedglas SL» може використовуватись у більшості типів дугового зварювання. Цей фільтр найкраще працює у зварювальних процесах з використанням низької та середньої сили електричного струму (0,1–250 А). Він має чотири рівні чутливості та п'ять рівнів затемнення: 8, 9, 10, 11 та 12.

Зварювальний щиток «Speedglas SL» зроблений з легкого, але міцного матеріалу, який забезпечує високий рівень захисту та зберігає свої характеристики в умовах підвищеної вологості повітря. Він має детектор руху, який вмикає фільтр автоматичного затемнення, коли зварник бере щиток, та вмикає після завершення роботи.



У місці з'єднання щитка з наголів'ям встановлена система регулювання на чотири положення, за допомогою якої можна легко змінювати відстань до обличчя. Це дає змогу зварнику підібрати найкращу відстань з урахуванням індивідуальних особливостей. Зварник також може відрегулювати кут нахилу щитка, щоб отримати найкращий кут зору.

Продукція компанії «3М» під торговою маркою «Speedglas™» — це різноманітне захисне обладнання для зварників. В її асортимент входять зварювальні щитки з фільтрами автоматичного затемнення «Speedglas™» та силові респиратори «Adflo™». ● #813
Компанія «3М»

Специальный сварочный источник ВДМ-1202 СА

Предназначен для автоматической сварки под слоем флюса, воздушно-дуговой строжки, а также для ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

Выпрямитель нерегулируемый и имеет жесткую внешнюю характеристику. Его можно применять в комплекте с блоком балластных реостатов типа ББР-1200 (на базе РБ-302Т) при воздушно-дуговой строжке, автоматической сварке и при ручной дуговой сварке через обычные балластные реостаты.

Преимущества ВДМ-1202 СА:

- реле контроля фаз защищает машину при перегрузках в электрической сети, предусмотренны блок предохранителей для защиты цепей управления и автомат защиты сети;
- использованы штырьевые диоды, имеющие высокий ударный ток;



Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети при частоте 50 Гц, В . . .	3×380
Сила номинального сварочного тока при ПВ=100%, А . . .	1250
Сила номинального сварочного тока одного поста при ПВ=60%, А	315
Количество одновременно работающих постов, не более . . .	8
Коэффициент одновременности работы	0,5
Номинальное рабочее напряжение, В	60
Напряжение холостого хода, В, не более	75
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	96
Коэффициент полезного действия, %, не менее	90
Диаметр электрода, мм	3–6
Класс изоляции	Н
Габаритные размеры, мм, не более	625×895×750
Масса, кг, не более	330

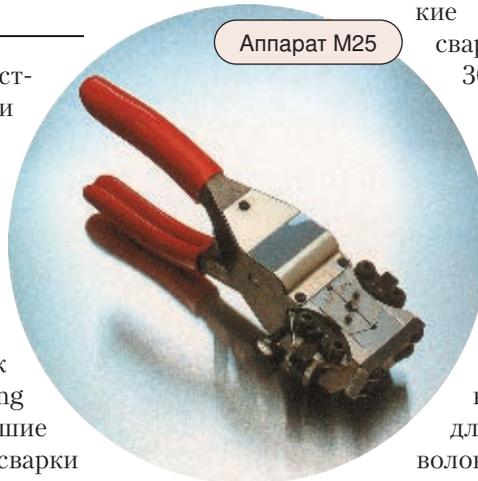
- имеется встроенный блок питания и управления для сварочного трактора типа ТС-17С. За счет оригинального решения по намотке обмоток удалось значительно снизить габаритные размеры выпрямителя, повысить его КПД, срок службы и долговечность изделия. Исключено сползание катушек при динамических ударах, возникающих при строжке и автоматической сварке.

Источник приспособлен для эксплуатации в тяжелых условиях при температурах от –40 до +40 °С. ● #814
ОАО Электромашиностроительный завод «Фирма СЭЛМА» (Симферополь)

Холодная сварка давлением

Холодная сварка давлением — это быстрый, простой, выгодный и экологически безопасный метод соединения проволоки и прутьев цветных металлов любого сечения. Данный процесс не требует нагревания, использования флюсов и наполнителей и создает соединение более прочное, чем исходный материал.

Аппараты для холодной сварки производит и поставляет на мировой рынок британская компания Pressure Welding Machines Limited (PWM). Это небольшие аппараты с ручным управлением для сварки тонкой проволоки из меди и алюминия диаметром от 0,08 мм, электропневматические и электрогидравличес-



Аппарат M25

кие мощные аппараты для сварки прутьев диаметром до 30 мм. Они надежны, удобны в эксплуатации и экономичны.

Стандартные промышленные матрицы PWM изготавливают индивидуально, каждая матрица составляет комплект. Матрицы производят для проволоки диаметром 0,08–6,5 мм, для круглых прутьев и проволоки и для проволоки с другим сечением. ● #815

Компания PWM (Англия)

Техническая характеристика некоторых аппаратов:

	M25	P101	P1500
Управление	Ручное	Пневматическое	Электрогидравлическое
Диаметр проволоки (медь/алюминий), мм	0,25–1,20	1–5	15–25
Габаритные размеры, мм	210×72	740×610×980	1600×1600×1260
Масса, кг	2	120	3260

Лазерный сварочный аппарат WS-40 для стоматологической лаборатории

Новый высокотехнологичный лазерный аппарат WS-40 благодаря своим функциональным возможностям, мобильности и портативности в сочетании с автономной системой охлаждения и питанием от сети 220 В представляет собой удобный и незаменимый инструмент современной стоматологической лаборатории. Он позволяет существенно упростить выполнение многих работ с использованием металлов и повысить их качество. При использовании лазера исключается необходимость проведения подготовительных работ, промежуточных и финишных операций.

Сварка металлических структур полностью заменяет традиционную пайку. Это особенно важно для тех случаев, когда использование дополнительных материалов невозможно по требованиям биосовместимости.



Технологические возможности установки WS-40 позволяют работать с большинством металлов и сплавов, применяемых в современной стоматологии, включая титан. Импульсное воздействие сфокусированного лазерного излучения мгновенно нагревает и расплавляет металл в строго определенной точке. Скорость протекания этого процесса, локальность теплового воздействия и точность позиционирования лазерного луча да-

ют возможность выполнять сварочные работы без малейших нарушений геометрии самых тонких частей конструкции, а также в непосредственной близости к элементам, чувствительным к повышению температуры.

Основные преимущества использования лазеров в стоматологической технике:

- высокая скорость и точность выполнения работ;
- экономичность;
- использование новых материалов и конструкций;
- полное соответствие требованиям по биосовместимости материалов. ● #816

ОКБ «Булат» (Москва)

Техническая характеристика:

Длина волны излучения, мкм	1,064
Максимальная энергия импульса излучения, Дж	40
Длительность импульса излучения, мс:	
в режиме Simple	0,1–20
в режиме Complex	0,5–300
Частота повторения импульсов излучения, Гц	0,5–20
Максимальная средняя мощность излучения, Вт	40
Диаметр сфокусированного пучка, мм	0,2–2
Увеличение микроскопа	16×
Масса, кг	60

Новое поколение паяльных станций

В связи с тем, что электронные компоненты и устройства становятся все более миниатюрными, особое внимание приходится уделять качеству монтажа компонентов на печатных платах. Пайка является наилучшим технологическим процессом при монтаже, поскольку остальные методы (контактная сварка и другие) имеют очень ограниченное применение.

Наиболее совершенная технология пайки на сегодняшний день — инфракрасно-лучевая. Нагрев производится сфокусированным лучом инфракрасного электромагнитного излучения, что позволяет нагревать плату только в местах пайки. Как правило, станции для инфракрасно-лучевой пайки (рис. 1) состоят из двух нагревателей, один из которых подогревает плату снизу до сравнительно невысокой температуры, и верхнего, осуществляющего в нужный момент быстрый локальный нагрев требуемой области платы до температуры плавления припоя. Инфракрасно-лучевая пайка более всего подходит для проведения ремонтных работ на печатных платах с микросхемами в корпусах BGA (Ball Grid Array), MicroBGA, flip chips с небольшими пассивными SMD-компонентами (surface mounted device), SMT-панельками и разъемами, а также для монтажа и демонтажа компонентов в труднодоступных для обычного контактного инструмента местах.

Одним из известных производителей оборудования для инфракрасно-лучевой пайки является фирма PDR (West Sussex, Англия), которая стала пионером в области создания и изготовления таких паяльных станций. Эта фирма выпускает пять типов паяльных станций трех классов: полуавтоматические станции PDR IR-X410 (рис. 2), PDR IR-X310; ручные станции PDR IR-X110; станции для пайки мобильных телефонов PDR IR-3210 MPR, PDR IR-3200 MPR. Все они имеют модульную структуру и цифровое управление, а станцией PDR IR-X410 управляет компьютер, что позволяет в реальном времени точно выдерживать требуемый температурный профиль.

Источником излучения в станциях служит вольфрамово-галогенная точечная лампа мощностью 150 Вт, не имеющая ультрафиолетовой составляющей излучения. В верхнем нагревателе могут быть использованы различные сменные линзы, обеспечи-



Рис. 1. Схема станции для инфракрасно-лучевой пайки



Рис. 2. Паяльная станция PDR IR-X410

вающие фокусировку инфракрасного излучения на пятне диаметром от 4 до 70 мм. Нижний нагреватель представляет собой кварцевый инфракрасный излучатель мощностью 500–1800 Вт. Размер области нагрева нижним нагревателем от 100×100 до 250×250 мм.

Датчик температуры расположен на расстоянии 60 мм от зоны пайки и контролирует среднюю температуру в пятне нагрева диаметром 12 мм. Датчик улавливает только длинноволновую часть инфракрасного излучения от зоны нагрева, которую дает темная поверхность нагреваемого материала. Поэтому для точного контроля нагреваемых материалов со светлой поверхностью (а это, как правило, все металлы) ее нужно покрывать темной теплопроводящей пленкой. Это одновременно предотвращает и отражение нагревающего инфракрасного луча.

Нижний подогрев осуществляют со скоростью 2 °С/с до температуры 130–150 °С. Флюс для пайки используют в виде геля или пасты. Флюс реагирует при температуре подогрева в течение 7 с. Верхний нагрев проводят со скоростью 4 °С/с до температуры 210–230 °С для припоев на основе свинца или до температуры 245–255 °С для бессвинцовистых припоев.

Таким образом, процесс инфракрасно-лучевой пайки электронных компонентов имеет наивысшую производительность по сравнению с другими методами пайки и наименьшую вероятность повреждения обрабатываемого изделия. ● #817

www.pdr.co.uk

Наплавочные материалы для механизированных способов дуговой наплавки

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

В Институте электросварки им. Е. О. Патона традиционно основное внимание уделялось разработке электродных материалов для механизированных способов дуговой наплавки: порошковой и сплошной проволоке; порошковым, спеченным и холоднокатанным лентам. В настоящее время в институте разработано более 100 наименований электродных материалов на основе железа для этих способов наплавки. Их можно классифицировать по химическому составу, назначению, структуре и т. д.

Наиболее удобна классификация по химическому составу, предложенная Международным институтом сварки. По этой классификации наплавочные материалы на основе железа могут быть разбиты на девять групп (табл. 1).

Первые две группы материалов применяют для восстановления валов, осей, корпусных деталей и т. д. из нелегированных или низколегированных сталей. Хромовольфра-

мовые, хромомолибденовые теплостойкие стали используют для наплавки валков горячей прокатки, ножей горячей резки, пресового и штампового инструмента и других деталей, работающих в контакте с горячим металлом. Вольфрамовые, вольфраммолибденовые быстрорежущие стали предназначены для наплавки металлорежущего инструмента. Низкоуглеродистые хромистые нержавеющие стали рекомендуют для восстановления и упрочнения роликов МНЛЗ, плунжеров гидропрессов и других деталей, работающих при трении металла по металлу. Хромистые стали с повышенным содержанием углерода, легированные вольфрамом, ванадием, молибденом и другими элементами, имеют высокую стойкость против абразивного изнашивания. Высокомарганцевые аустенитные стали рекомендуют для наплавки деталей, подвергающихся абра-

Таблица 1. Классификация, химический состав и твердость наплавленного металла на основе железа

Тип наплавленного металла	Массовая доля элементов, %									Твердость, HRC ₃
	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	V	Mo	Прочие	
Нелегированные и низколегированные стали	≤0,4	0,5–3,0	≤1,0	≤3,0	≤3,0	–	–	≤1,0	–	20–45
Нелегированные и высоколегированные стали	≥0,4	0,5–3,0	≤1,0	≤5,0	≤3,0	–	–	≤1,0	–	52–60
Хромовольфрамовые, хромомолибденовые теплостойкие стали	0,2–0,5	≤2,0	≤1,0	1,0–5,0	≤5,0	1,0–10,0	0,2–1,5	≤4,0	–	52–60
Вольфрамовые, вольфраммолибденовые быстрорежущие стали	0,6–1,5	≤0,5	≤0,4	4,0–6,0	–	1,5–18,0	≤3,0	≤10	Co≤15	52–60
Низкоуглеродистые хромистые стали	≤0,2	≤0,8	≤2,0	12–30	≤5,0	–	–	≤2,0	–	35–50
Хромистые стали с повышенным содержанием углерода	0,2–2,0	0,3–1,5	≤3,0	5,0–18,0	≤5,0	≤1,5	–	≤2,0	–	50–60
Высокомарганцевые аустенитные стали	0,5–1,2	11–18	≤4,0	≤5,0	≤4,0	–	–	≤1,0	–	25–35
Хромоникелевые, хромоникельмарганцевые аустенитные стали	≤0,3	1,0–8,0	≤5,0	12–20	8,0–25,0	–	–	≤5,0	Nb≤1,5 Ti≤1,0	18–25
Высокохромистые специальные чугуны	2,0–5,0	0,5–8,0	≤5,0	18–35	≤4,0	≤5,0	≤10	≤8,0	Nb≤8,0; Ti≤4,0 B≤3,0; Co≤5,0	55–65

Таблица 2. Химический состав и назначение стальной наплавочной проволоки сплошного сечения

Марка	Массовая доля элементов, %						Твердость	Типичные объекты наплавки
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Прочие		
Нп-35	0,32–0,40	0,5–0,8	0,2–0,4	≤0,25	≤0,3	–	160–220 НВ	Оси, валы
Нп-45	0,42–0,50	0,5–0,8	0,2–0,4	≤0,25	≤0,3	–	160–220 НВ	
Нп-65Г	0,6–0,7	0,7–1,0	0,2–0,4	≤0,3	≤0,3	–	230–310 НВ	Крановые колеса, опорные ролики
Нп-30ХГСА	0,27–0,35	0,8–1,1	0,9–1,2	0,8–1,1	≤0,4	–	220–300 НВ	Крановые колеса, обжимные прокатные валки
Нп-30Х5	0,27–0,35	0,4–0,7	0,2–0,5	4,0–6,0	≤0,4	–	37–42 HRC ₉	Валки сортопрокатных станов
Нп-40Х2Г2М	0,35–0,45	1,8–2,3	0,4–0,7	1,8–2,3	≤0,4	0,8–1,2 Мо	54–56 HRC ₉	Коленвалы
Нп-5ХНМ	0,50–0,60	0,5–0,8	0,4–0,7	1,8–2,3	≤0,4	0,15–0,3 Мо	40–50 HRC ₉	Штампы горячей штамповки
Нп-50Х6ФМС	0,45–0,55	0,3–0,6	0,8–1,2	1,8–2,3	≤0,4	0,35–0,55V 1,2–1,6 Мо	42–48 HRC ₉	Штампы, валки прокатных станов
Нп-30Х13	0,25–0,35	≤0,8	≤0,8	12,0–14,0	≤0,6	–	32–38 HRC ₉	Плунжеры гидропрессов
Нп-40Х13	0,35–0,45	≤0,8	≤0,8	12,0–14,0	≤0,6	–	45–52 HRC ₉	Различные ножи, штампы
Нп-45Х4В3Ф	0,4–0,5	0,8–1,2	0,7–1,0	3,6–4,6	≤0,6	0,1–0,2 W 0,3–0,5 V	38–45 HRC ₉	Штампы, валки сорто- и листопркатных станов
Нп-65Х3В10Ф	0,55–0,65	1,3–1,8	0,4–0,7	2,6–3,6	≤0,4	9,0–10,5 W 0,3–0,5 V	42–50 HRC ₉	Валки сорто- и листопркатных станов

Таблица 3. Химический состав и назначение стальной сварочной проволоки сплошного сечения

Марка	Массовая доля элементов, %					Твердость	Типичные объекты наплавки
	C	Mn	Si	Cr	Прочие		
Св-08	≤0,1	0,35–0,60	≤0,03	≤0,15	–	120–160 НВ	Оси, валы
Св-10Г2	≤0,12	1,5–1,9	≤0,03	≤0,2	–	180–210 НВ	
Св-08ГС	≤0,1	1,4–1,7	0,60–0,85	≤0,2	–	180–200 НВ	
Св-12ГС	≤0,14	0,8–1,1	0,60–0,90	≤0,2	–	190–220 НВ	
Св-08Г2С	0,05–0,11	1,8–2,1	0,70–0,95	≤0,2	–	180–210 НВ	
Св-18ХГС	0,15–0,22	0,8–1,1	0,90–1,20	0,8–1,1	–	240–300 НВ	
Св-20Х13	0,16–0,24	≤0,3	≤0,3	12–14	–	42–48 HRC ₉	Ролики МНЛЗ, плунжеры
Св-10Х17Т	≤0,12	≤0,8	≤0,7	16–18	0,2–0,5Ti	30–38 HRC ₉	Запорная арматура

живному изнашиванию в сочетании с сильными ударами, и применяют для восстановления крестовин стрелочных переводов, деталей дробильно-размольного оборудования, а также для исправления дефектов литья из стали Г13Л. Хромоникелевые и хромоникельмарганцевые нержавеющие аустенитные стали в зависимости от легирования обладают высокой стойкостью в различных коррозионных средах. Для наплавки деталей, работающих в условиях абразивного, гидро- и газоабразивного изнашивания и испытывающих удары различной интенсивности, рекомендуют материалы типа высокохромистых чугунов. Каждому типу наплавленного металла может соответствовать несколько конкретных составов наплавочных материалов в виде покрытых электродов, проволоки и лент. Основными элект-

родными материалами для механизированной наплавки являются проволока сплошного сечения и порошковые, холоднокатаные ленты, порошковые и спеченные.

Проволока сплошного сечения. Нормативной и технической документацией предусмотрено производство стальной наплавочной проволоки сплошного сечения диаметром 0,3–6,0 мм (в подавляющем большинстве случаев используется проволока диаметром 2,0–4,0 мм), а также катанки диаметром 6,5 и 8,0 мм. Химический состав, твердость наплавленного металла и назначение наиболее применяемой наплавочной проволоки сплошного сечения приведены в *табл. 2*. Кроме того, для наплавки используют стальную сварочную проволоку сплошного сечения (*табл. 3*). Вся приведенная в *табл. 2* и *3* проволока предназна-

чена для наплавки под флюсом или в среде защитных газов.

Порошковая проволока. Сравнительно просто задача производства высоколегированных электродных материалов для механизированной наплавки решается с помощью порошковой проволоки, которая состоит из оболочки из мягкой ленты (стальной, никелевой и т. д.) и сердечника из порошков легирующих компонентов (ферросплавов, чистых металлов, карбидов, боридов и т. д.). В сердечник порошковой проволоки вводят также газо- и шлакообразующие вещества, раскислители и элементы, обладающие большим химическим сродством к азоту. В этом случае наплавку можно вести без флюса и защитных газов (такую проволоку называют самозащитной). В

промышленности применяют три типа порошковой проволоки: для наплавки под флюсом, в среде защитных газов и открытой дугой на воздухе.

По сравнению с проволокой сплошного сечения порошковая проволока обеспечивает более высокую производительность наплавки и большие возможности для легирования наплавленного металла.

Коэффициент заполнения (отношение массы порошка-наполнителя к массе проволоки, выраженное в процентах) наплавочной порошковой проволоки обычно не превышает 45%, что в некоторой степени ограничивает возможности получения с помощью этих материалов некоторых типов высоколегированного наплавленного металла. Чаще всего используют порошковую прово-

Таблица 4. Области применения порошковой проволоки

Марка	Твердость, HRC ₃	Назначение
ПП-Нп-14ГСТ	240–260 НВ	Наплавка открытой дугой посадочных мест валов, корпусов, деталей ж/д транспорта и т. п.
ПП-Нп-19ГСТ	260–300 НВ	
ПП-АН194	250–320 НВ	Наплавка открытой дугой и под флюсом деталей, работающих в условиях трения качения и скольжения металла по металлу
ПП-Нп-ТЗГМ	160–200 НВ	Наплавка без подогрева подслоя на детали из высокоуглеродистых сталей
ПП-Нп-200Х12ВФ (ПП-АН104)	40–44	Наплавка под флюсом ножей холодной резки металла, рабочих элементов смесителей, роликов рольгангов, тормозных шкивов
ПП-Нп-25Х5МСГФ	42–53	Наплавка под флюсом валков чистовых клетей сорто- и трубопрокатных станов
ПП-Нп-35В9Х3ГСФ	43–54	Наплавка под флюсом стальных валков для горячей прокатки, ножей горячей резки, тормозных шкивов, роликов моталок и т. п.
ПП-АН132	48–52	Наплавка под флюсом стальных валков для горячей прокатки, прессового и штампового инструмента и т. п.
ПП-АН147	44–54	Наплавка под флюсом стальных валков чистовых клетей сорто- и трубопрокатных станов, валковой арматуры и т. п.
ПП-АН130	46–52	Наплавка открытой дугой ножей горячей резки металла, прессового и штампового инструмента и т. п.
ПП-АН140	57–60	Наплавка открытой дугой обрезающих и вырубных штампов холодной штамповки
ПП-АН148	58–61	Аргонодуговая или микроплазменная наплавка штампов холодной и горячей штамповки
ПП-АН158	42–48	Наплавка под флюсом плунжеров мощных гидропрессов
ПП-АН159	38–42	Наплавка под флюсом роликов машин непрерывной разливки стали (преимущественно горизонтальных участков)
ПП-АН165	38–53	Наплавка под флюсом деталей, работающих при больших удельных давлениях в условиях атмосферной коррозии (катки и плиты опорных частей мостов)
ПП-АН166	Не регламентируется	Наплавка под флюсом деталей, работающих при больших удельных давлениях в условиях атмосферной коррозии (катки и плиты опорных частей мостов)
ПП-АН174	38–44	Наплавка под флюсом роликов машин непрерывной разливки стали (преимущественно радиусных участков)
ПП-АН105	НВ 160–240	Наплавка открытой дугой железнодорожных крестовин, деталей дробильно-размольного оборудования, исправление дефектов литья из стали Г13Л
ПП-АН204	48–55	Однослойная антикоррозионная наплавка штоков гидроцилиндров
ПП-АН192	56–60	Наплавка открытой дугой рабочих органов почвообрабатывающих и дорожных машин и других деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания
ПП-АН202	Не регламентируется	Наплавка деталей из высокоуглеродистых сталей без подогрева

Таблица 5. Химический состав и назначение стальной холоднокатаной ленты для дуговой наплавки под флюсом

Марка ленты	Массовая доля элементов, %						Типичные объекты наплавки
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Прочие	
50Г	0,45–0,56	0,7–1,0	0,17–0,37	0,3	0,3	–	Ролики, оси, валы
25Х5ФМС	0,2–0,3	0,5–1,0	0,6–1,2	4,8–5,7	–	0,2–0,6 V	Прокатные валки, ролики рольгангов
Св–2Х13	0,16–0,25	0,8	0,8	12,0–14,0	–	–	Плунжеры гидропрессов
Св–04Х19Н11М3	0,06	1,0–2,8	0,06	18,0–20,0	10,0–12,0	2,0–3,0 Mo	Корпусные детали реакторов
Св–03Х22Н11Б	0,03	1,5–2,0	0,2–0,4	21,7–23,5	10,3–11,3	0,95–1,2 Nb	нефтехимического оборудования
Св–07Х25Н13	0,09	1,0–2,0	0,5–1,0	23,0–26,0	12,0–14,0	–	

локу диаметром 3,6 мм (для наплавки под флюсом) и 1,6–3,0 мм (для наплавки открытой дугой). Для наплавки под флюсом крупногабаритных деталей применяют проволоку большого диаметра – 5,0–6,0 мм.

Производят порошковую проволоку методом волочения или прокатки. Первый метод предусматривает волочение трубки-заготовки, свернутой в профилегибочном устройстве, оборудованном дозатором шихты. На промышленных станах для производства порошковой проволоки волочение выполняют на многократных волочильных станах, установленных в одну линию с профилегибочным устройством. Волочение позволяет получить проволоку нужного диаметра и уплотнить шихту сердечника.

Порошковую проволоку производят также методом прокатки цельных трубок, заполненных шихтой. Достаточно длинные заготовки-трубки заполняют шихтой на специальных вибростендах. Методом прокатки можно получить порошковую проволоку малого диаметра, кроме того, в этом случае нет необходимости в применении специальных мыльных волочильных смазок.

В табл. 4 приведены области применения и назначения наиболее распространенной порошковой проволоки, разработанной в Институте электросварки им. Е. О. Патона и применяемой в различных отраслях промышленности.

Холоднокатаные, порошковые и спеченные ленты. Наплавка электродной лентой имеет ряд преимуществ перед наплавкой электродной проволокой, основными из которых являются высокая производительность процесса, малая глубина проплавления основного металла, большая ширина наплавленного валика. Малая глубина проплавления при наплавке лентами объясняется относительно небольшим давлением дуги на поверхность ванны вследствие невысокой средней плотности тока. При наплавке под

флюсом лентой малой толщины обеспечивается устойчивый процесс при плотности тока 10–15 А/мм², что значительно меньше, чем при наплавке проволокой. Вместе с тем наплавке лентой присущ серьезный недостаток – этот процесс нельзя применять при наплавке малогабаритных деталей и деталей со сложной поверхностью.

Холоднокатаную стальную ленту, используемую для наплавки под флюсом, изготавливают из стандартных сталей – конструкционных, инструментальных и пружинных (табл. 5). Как правило, толщина применяемой для наплавки ленты составляет 0,4–1,0 мм, ширина 20–80 мм. При большей ширине ленты требуется принимать меры против отрицательного влияния магнитного дутья дуги на формирование наплавленного металла.

Ввиду того, что холоднокатаные ленты могут быть изготовлены только из пластичных деформируемых сплавов со сравнительно небольшим содержанием углерода, они не в полной мере удовлетворяют разнообразным требованиям, предъявляемым к наплавке. Большие возможности предоставляют порошковые (рисунки) и спеченные.

Рисунок. Порошковые ленты, разработанные в ИЭС им. Е. О. Патона



Таблица 6. Химический состав и назначение порошковой ленты

Марка	Массовая доля элементов в наплавленном металле, %						Твердость, HRC ₃	Типичные объекты наплавки
	C	Mn	Si	Cr	Ti	Прочие		
ПЛ–Нп–10Г2СТ	0,1	2,0	1,0	–	0,2	–	20–26	Оси, валы
ПЛ–Нп–20Х2Г2СТ	0,2	2,0	1,0	2,0	0,7	0,4 Мо	38–45	Оси, валы, ролики
ПЛ–Нп–300Х25С3Н2Г2	3,0	2,0	3,0	25,0	–	2,0 Ni	50–56	Била, зубья ковшей экскаваторов
ПЛ–Нп–400Х38Г3РСТЮ	3,0	3,0	1,0	38,0	0,3	0,2 Al; 0,9 В	50–54	
ПЛ–Нп–120Х22Р3Г2С	1,2	2,0	1,0	22,0	1,0	3,0 В	54–60	
ПЛ–Нп–450Х20Б7М6В2	4,5	–	2,0	20,0	–	2,0 W; 7,0 Nb 6,0 Мо	55–62	Конусы и чаши доменных печей
ПЛ–Нп–500Х40Н40С2Р	5,0	1,0	2,0	40,0	–	40,0 Ni; 0,2 В	50–56	
ПЛ–Нп–550Х44Н34ГСР	5,5	0,8	0,8	44,0	–	34,0 Ni; 0,3 В	54–62	Арматура для энергетики и нефтехимической промышленности
ПЛ–Нп–12Х16Н8М6С5Г4Б	0,12	4,0	5,0	16,0	–	8,0 Ni; 6,0 Мо 1,0 Nb	38–50	
ПЛ–Нп–12Х18Н9С5Г2Т	0,12	2,0	5,0	18,0	0,2	9,0 Ni	27–34	

Таблица 7. Химический состав и назначение спеченной электродной ленты

Марка	Массовая доля элементов в наплавленном металле, %						Твердость, HRC ₃	Типичные объекты наплавки
	C	Mn	Si	Cr	Mo	Прочие		
ЛС–18ХГСА	0,3	0,7	0,9	1,4	–	–	24–32	Оси, валы
ЛС–70Х3МН	1,0	0,4	0,7	4,5	0,9	1,0 Ni	54–60	Детали ходовой части автомобилей
ЛС–25Х5ФМС	0,4	0,4	0,7	6,2	1,5	0,8 V	38–44	Прокатные валки
ЛС–50Х4В3ФС	0,7	0,4	0,5	5,0	1,5	0,7 V; 4,0 W	42–46	
ЛС–15Х13	0,2	0,5	0,5	16,5	–	–	38–42	Ролики МНЛЗ
ЛС–12Х14НЗ	0,2	1,1	0,5	16,0	–	3,5 Ni	38–42	
ЛС–02Х20Н11Г	0,02	2,0	0,4	20,0	–	11,0 Ni	–	Оборудование для нефтехимической промышленности

Порошковые ленты изготавливают на специальных станах, снабженных дозирующими устройствами и роликами для формирования, завальцовки ленты-оболочки и уплотнения шихты сформированной порошковой ленты. Процесс волочения при производстве порошковой ленты отсутствует. Порошковые ленты для наплавки имеют толщину 3–4 мм и ширину 14–30 мм. Коэффициент заполнения порошковых лент достигает 70%, т. е. с их помощью можно получить наплавленный металл с более высокой степенью легирования, чем при наплавке порошковой проволокой. Характерной особенностью большинства порошковых лент является их универсальность – они предназначены как для наплавки под флюсом, так и для наплавки открытой дугой. В табл. 6 приведены химический состав и назначение порошковых лент, разработанных в ИЭС и применяемых для восстановления и упрочнения деталей и узлов металлургического оборудования.

Спеченные ленты (табл. 7) на железной основе изготавливают холодной прокаткой

и последующим спеканием в защитной атмосфере при температуре 1200–1300 °С из смеси металлических порошков, ферросплавов, графита и других материалов.

Спеченную ленту выпускают толщиной 1,0 мм и шириной 30–100 мм. Благодаря пористости спеченная лента обладает повышенным электросопротивлением, обуславливающим усиленный нагрев вылета электрода в процессе наплавки, что обеспечивает повышение производительности наплавки на 20–30% по сравнению с производительностью наплавки холоднокатаной лентой аналогичного сечения и состава. Равномерное распределение составляющих частиц шихты по сечению спеченной ленты способствует получению более однородного по химическому составу наплавленного металла, чем при использовании порошковой ленты, а это, в свою очередь, приводит к повышению его служебных характеристик. Еще одним достоинством спеченной ленты является возможность изготовления ее из особо чистых порошков.

Сварка трением с перемешиванием тонколистовых материалов

А. Г. Покляцкий, канд. техн. наук, А. А. Гринюк, С. В. Подъяельников, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Первые экспериментальные комплексные исследования процесса сварки трением с перемешиванием проводились в Институте электросварки им. Е. О. Патона сотрудниками отдела физико-металлургических процессов сварки легких и цветных металлов.

Исследования выполняли на опытной лабораторной установке, позволяющей сваривать тонколистовые (1,8–2,5 мм) алюминиевые сплавы (рис. 1). На неподвижной станине закреплен суппорт, позволяющий перемещать в вертикальной плоскости прикрепленный к нему асинхронный двигатель мощностью 4 кВт. Непосредственно на валу двигателя с помощью специального переходника фиксируют рабочий инструмент. Свариваемые детали плотно прижимают к плоской (без канавки) подкладке стола тележки, которая с помощью винта передвигается по направляющим со скоростью до 40 м/ч. Для обеспечения равномерного прижатия свариваемых кромок к подкладке и бурта инструмента к их поверхностям на суппорте закреплен регулируемый (в соответствии с размерами инструмента и толщиной свариваемого металла) ролик. Глубину погружения и усилие прижатия инструмента в процессе сварки оператор-сварщик устанавливает и поддерживает вручную с помощью рукоятки суппорта.

С помощью разработанной установки исследованы особенности формирования швов при сварке тонколистовых материалов и определены оптимальные размеры инструментов, обеспечивающие получение качественных швов на сплавах различных систем легирования. Экспериментальные исследования позволили определить диапазоны изменения основных параметров процесса сварки и получить качественные стыковые соединения алюминиевых сплавов основных систем легирования как в одноименном, так и разноименном сочетании (рис. 2).

Кроме того, специалистами отдела сварены нахлесточные угловые и тавровые соединения, свидетельствующие о широких

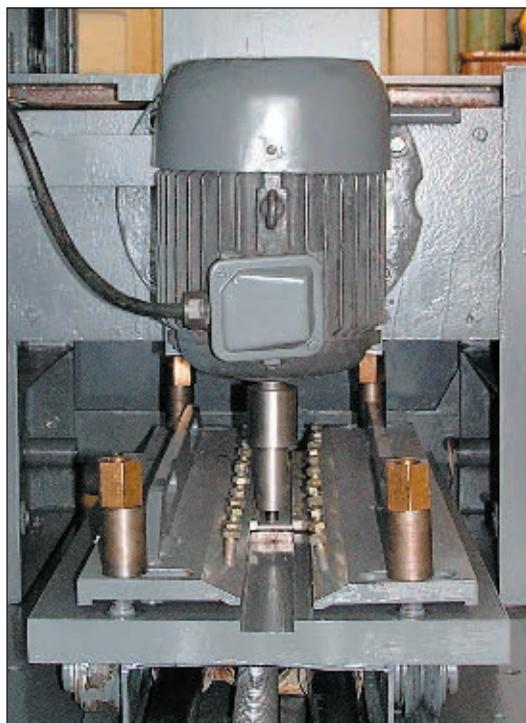


Рис. 1. Лабораторная установка для сварки трением с перемешиванием тонколистовых (1,8–2,5 мм) алюминиевых сплавов

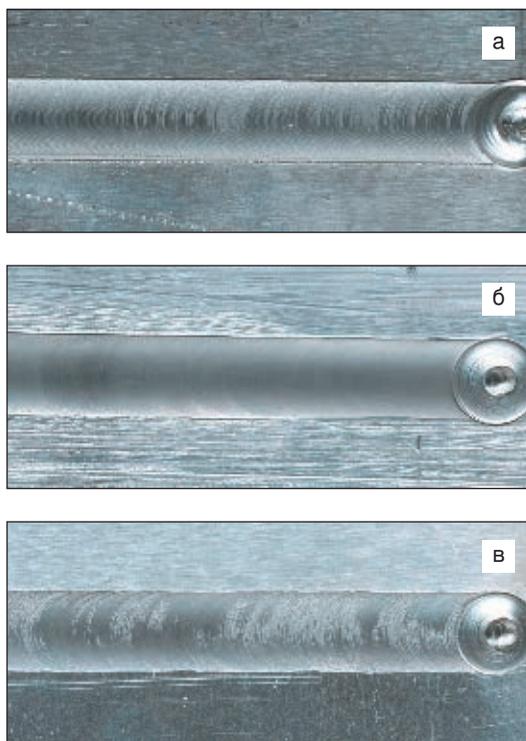


Рис. 2. Внешний вид швов стыковых соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием алюминиевых сплавов толщиной 2 мм: а — АМг2+АМг2, $V_{св}=38$ м/ч; б — АД33+АД33, $V_{св}=30$ м/ч; в — АМг6+1201, $V_{св}=14$ м/ч

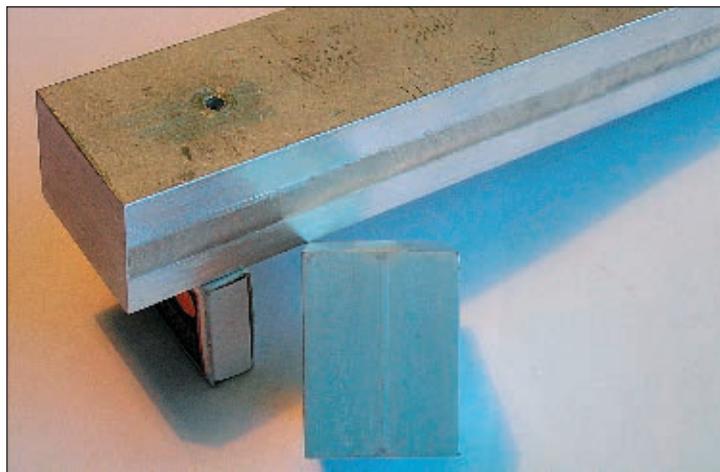


Рис. 3. Внешний вид и поперечный макрошлиф соединений листов сплава АМг6 толщиной 17 мм, выполненных стыковыми швами на глубину 2 мм

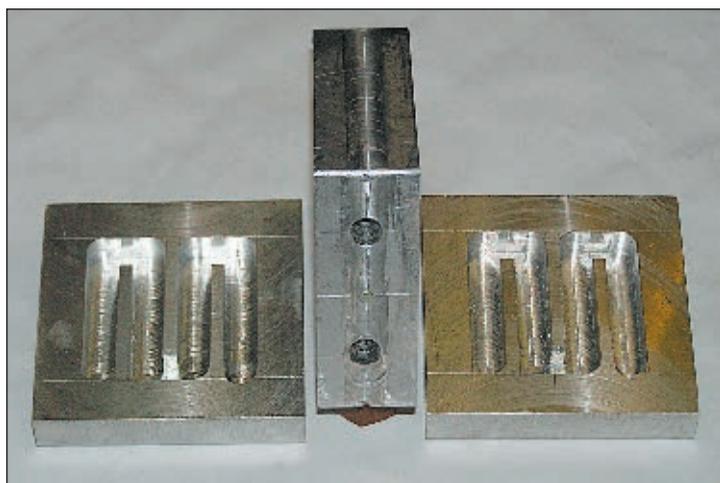


Рис. 4. Внешний вид заготовок и теплообменника (в центре), сваренного стыковыми швами

возможностях этого способа сварки даже в случае реализации его с помощью простой лабораторной установки. Технология получения многослойных нахлесточных соединений тонколистовых алюминиевых сплавов может быть использована при изготовлении теплоотводящих радиаторов различных электротехнических приборов.

В результате экспериментов установлена принципиальная возможность применения этого способа сварки для поверхностного соединения между собой толстых плит герметичным узким неглубоким швом (рис. 3). Такой метод получения неразъемных соединений можно использовать вместо применяемых способов сварки плавлением при изготовлении теплообменной аппаратуры (рис. 4).

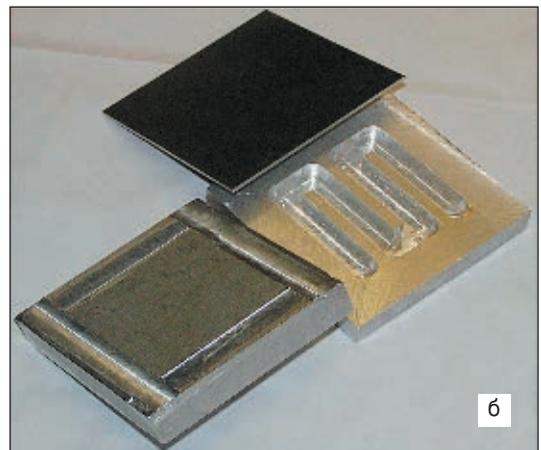
Перспективной сферой применения данного способа соединения материалов в твердой фазе может быть изготовление или герметизация контейнеров с приборами (рис. 5), чрезмерное нагревание которых недопустимо.

Применяя сварку трением с перемешиванием (иногда в сочетании с точечной), можно к тонким листам приваривать ребра жесткости или изготавливать объемные легкие и прочные панельные конструкции (рис. 6).

Недорогая и простая в эксплуатации лабораторная установка может быть успешно использована при укрупнении рулонов металла для получения тонкой фольги последующей прокаткой. При этом стыкуемые заготовки с помощью вводной и выводной планок можно приваривать друг к другу и под углом. Причем сварку можно выполнять как одностороннюю однопроходную, так и двухстороннюю двухпроходную. Предварительные испытания показали, что швы, полученные сваркой трением с перемешиванием, успешно выдерживают прокатку.

Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют о перспективности применения этого способа сварки для получения неразъемных соединений некоторых композитных материалов на основе алюминия. Качественные швы на композитных материалах, содержащих частицы оксида или карбида алюминия, удалось получить при расположении их как в продоль-

Рис. 5. Внешний вид каркаса контейнера (а) и приварка крышки прибора (б)



ном, так и в поперечном направлении относительно проката.

На лабораторной установке получены также качественные сварные стыковые и угловые соединения нескольких магниевых сплавов.

Результаты свидетельствуют о перспективности применения этого способа сварки для получения неразъемных соединений, используемых при изготовлении конструкций из легких металлов в различных отраслях промышленности. Для сварки трением с перемешиванием тонколистовых материалов в некоторых случаях могут быть использованы относительно простые в изготовлении и недорогие экспериментальные установки. Дальнейшие научные исследования, проводимые в Институте электросварки им. Е. О. Патона, позволят изучить влияние различных конструктивно-технологических факторов на формирование швов и определить оптимальные термомеханические условия получения качественных сварных соединений. Предварительная оценка предела прочности стыковых соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, показывает, что он находится на уровне 0,70–0,95 от прочности основного металла и превышает значения, достигаемые при сварке этих сплавов плавлением.

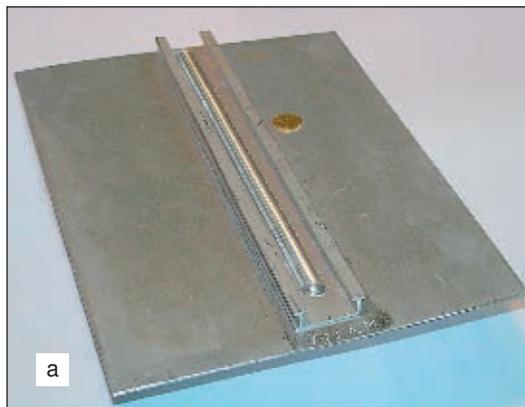


Рис. 6. Внешний вид листа с приваренным прорезным швом ребром жесткости (а) и объемной панельной конструкции (б), полученной непрерывными и точечными швами



Поэтому применение такого способа сварки при изготовлении сварных конструкций позволит повысить их эксплуатационные и ресурсные характеристики. ● #819

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Н. Г. Ефименко — 70 лет

В сентябре 2007 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет инженерной, научной, педагогической и общественной деятельности кандидату технических наук, профессору кафедры сварки Украинской инженерно-педагогической академии (г. Харьков) Ефименко Николаю Григорьевичу.

Н. Г. Ефименко свою трудовую деятельность начал в 1957 г. электросварщиком после окончания технического училища. С 1963 г. работает техником-технологом в отделе главного сварщика завода им. В. А. Малышева. После окончания института в 1967 г. возглавляет лабораторию сварки в этом же отделе, а после защиты кандидатской диссертации в 1975 г. назначается заместителем главного сварщика объединения по новым видам сварки. В этот период непосредственно участвует в освоении новой техники, разработке процессов сварки, пайки узлов транспортных средств из жаростойких, коррозионностойких сталей и сплавов, медных сплавов. Под его руководством разрабатываются присадочные материалы для сварки, пайки, износостойкой наплавки. Круг его научных интересов — металловедческие вопросы сварки, разработка сварочных материалов. Является одним из ведущих специалистов в области микролегирования сварных швов РЗМ.

Н. Г. Ефименко — автор более 180 печатных работ, в том числе более 100 изобретений и патентов. За разработку и внедрение новшеств в оборонной отрасли, защищенных авторскими свидетельствами, в 1977 г. награжден знаком ВЦСПС.

С 1980 г. работает доцентом, а с 1985 по 2004 гг. возглавляет кафедру сварочного производства в Украинской инженерно-педагогической академии. Здесь в 1986 г. одной из первых в Украине открывается новая специальность — инженерно-педагогическая, для которой разработаны учебные планы и государственный стандарт. Особое внимание уделяет совершенствованию учебного процесса. За это время кафедрой было подготовлено свыше 2000 инженеров-сварщиков.

Н. Г. Ефименко — автор учебников для студентов сварочных специальностей высшей школы: «Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань» (2003 г., в соавторстве), «Зварювання спеціальних сталей і сплавів» (2007 г.), многочисленных методических разработок. Руководит аспирантурой. Под его руководством защищены 3 кандидатские диссертации.

Активно участвует в общественной жизни, является председателем Харьковского областного отделения Общества сварщиков Украины, председателем комиссии по подготовке кадров.

**Сердечно поздравляем Николая Григорьевича с юбилеем!
Желаем крепкого здоровья и новых успехов в науке, творчестве и педагогике.**

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

Термитная сварка высокомарганцевых сталей

Ю. Ю. Жигуц, канд. техн. наук, Ужгородский национальный университет

Способ термитной сварки стали хорошо известен с 1950-х гг. В реакционной камере металлотермического реактора проводят термитную реакцию, в результате чего получают высокоперегретый термитный расплав, который и заполняет сварочную ванну. Эту технологию применяют и для сварки заготовок из легированных сталей. Недостаток данной технологии состоит в том, что в процессе образования термитной стали ферромарганец, входящий в состав металлотермической шихты, выгорает, что существенно влияет на химический состав и качество сварного шва. Кроме того, для используемых и аналогичных смесей применяют ферросплавы легирующих элементов, в то время как металлотермические реакции позволяют восстанавливать их из более дешевого и менее дефицитного сырья.

Цель исследований заключалась в получении высокомарганцевой стали 110Г13Л (110Г12Л) из металлотермической шихты. При этом марганец извлекался из отходов металлургического производства при проведении термитной сварки с помощью синтезированного высоколегированного расплава.

Основой решения задачи стала разработка экзотермических порошковых смесей для подогрева металла путем инициирования и проведения в них процесса горения (Пат. України № 49264 А МПК; Пат. України № 253051 А МПК: 7В22С9/08).

Для исследований использовали порошковые ингредиенты металлотермической шихты, часть из которых изготовлялась из отходов литейного, кузнечного и металло-режущего производств (железная окалина, просеянный размол графитовых электродов, молотая алюминиевая стружка и т. д.). После установления химического состава шихты и предварительного просушивания порошковые ингредиенты смешивали и уплотняли. В качестве присадок использовали ферросплавы, порошок алюминия марок ПА-4 – ПА-6.

Масса микроплавов на первоначальном этапе составляла 150–200 г, дисперсность порошковых материалов 0,1–0,4 мм. Сжигание смесей проводили с помощью титанового запала массой 3–5 г в металлическом тигле, футерованном магнезитом. Использо-

вали экзотермические смеси для питания отливок из высоколегированных сталей, состоящие из богатых перекисью марганца пусьер, а также железоалюминиевого термита, дополнительно введенного алюминия в виде порошка или стружки и порошка графита. Пусьеры — это пыль, улавливаемая фильтрами из дыма, выделяемого дуговой сталеплавильной печью в процессе выплавки высокомарганцевой стали. Они имеют следующий химический состав, % по массе: перекись марганца (MnO_2) — 35–40; оксид железа (Fe_3O_4 — окалина) — 15–25; оксид кальция — 4–7; другие соединения — остальное.

Именно эти пусьеры и позволяют составить на их основе экзотермическую смесь, при горении которой образуются стали Гатфильда с высоким содержанием марганца. После предварительных пробных плавов устанавливали химический состав синтезированного металла и проводили коррекцию состава экзотермической смеси. В результате проведенных термохимических расчетов с учетом коэффициентов усвоения элементов разработан следующий состав экзотермической смеси, % по массе: железоалюминиевый термит — 70,0–76,0; пусьеры — 20,5–25,0; алюминиевый порошок — 3,0–3,7; порошок графита — 0,5–0,7.

Алюминиевый порошок в дальнейшем заменяли молотой алюминиевой стружкой, а в качестве порошка углерода использовали графит, сажу или размол графитовых электродов.

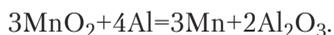
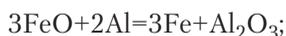
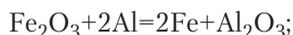
Адиабатическая температура горения такой смеси равна 1840–2890 °С. При содержании в смеси менее 21% пусьер адиабатическая температура горения повышается, но содержание марганца становится меньше нижнего предела, который согласно ГОСТ 2176–77 должен быть не менее 11,5%. Это требует применения вместо части пусьер, содержащих марганец, ферромарганца. При содержании же в смеси более 25% пусьер адиабатическая температура горения уменьшается до нижнего допустимого предела — 1840 °С (рассчитана исходя из тем-

пературы плавления глиноземистого шлака), а содержание марганца превышает верхний предел (15,0%) по ГОСТ 2176–77. Содержание углерода, добавляемого в экзотермическую смесь, соответствует содержанию углерода в высокомарганцевой стали (0,9–1,55) с учетом угара, который составляет 7–8,5%. Содержание алюминиевого порошка (молотой стружки) определяют термохимическими расчетами исходя из необходимости восстановления из пусьер марганца и железа (но не других элементов — алюминия, кальция, кремния).

Если пусьеры имеют малое содержание перекиси марганца, то их можно использовать, соединяя в необходимых пропорциях предложенную смесь с обычной экзотермической легированной смесью, железоалюминиевым термитом и высокоуглеродистым ферромарганцем или смесью порошков алюминия и пиролюзита.

В экспериментально-промышленных условиях были использованы пусьеры Чебоксарского агрегатного завода, на котором выплавляют сталь 110Г13Л для производства траков гусениц тракторов.

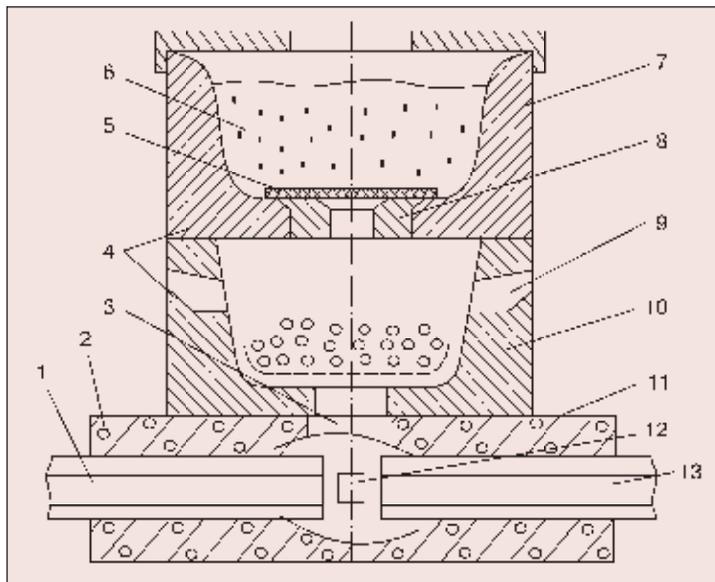
Необходимое количество алюминиевой стружки (чистотой 93–95% по металлическому алюминию) на 1 кг пусьер определялось расчетом из стехиометрического соотношения:



Таким образом, из 1 кг пусьер восстанавливается 230 г металлического марганца и 139 г металлического железа. Соответственно, для получения высокомарганцевой стали с содержанием 12% Mn необходимо ввести в систему еще 1917 г железа (в том числе 139 г из пусьер), т. е. 1548 г железа из термитной смеси.

Известно, что выход термитного железа составляет приблизительно 50% из стандартного железоалюминиевого термита (75% Fe₂O₃+25% Al). Тогда, чтобы провести науглероживание 1917 г термитной стали, в нее необходимо ввести 1,2% С с учетом угара углерода 7%. Это даст 24,5 г углерода в виде графита.

В целом шихта на основе пусьер имеет следующий состав, % по массе: железоалюминиевый термит — 72,5; пусьеры — 23,4; алюминиевый порошок — 3,5; порошок углерода — 0,6.



В литейной лаборатории Ужгородского национального университета была проведена плавка на основе шихты указанного выше расчетного состава. Смесь поджигали порошком титана, который, в свою очередь, зажигали обычной спичкой. Титан при этом сжигался до TiO₂ и не восстанавливался алюминием, поэтому попадал в шлак, а не в состав термитной высокоуглеродистой стали. Химический состав полученного слитка высокомарганцевой стали, % по массе: С — 1,2; Mn — 3,1; Si — 0,38; P — 0,09; S — 0,035 соответствовал химическому составу стали марки 110Г13Л.

Рисунок. Металлотермический реактор для сваривания заготовок из высокомарганцевой стали

Исследование механических свойств подтвердило, что выплавленная сталь 110Г13Л (закалка 1050 °С, последующее охлаждение в воде) имеет прочность не ниже, а ударную вязкость выше (на 14%), чем у промышленных сталей:

Удельная масса, кг/м ³ (×103).....	7,81
σ _в , МПа	840
Толщина δ, %	27
ψ, %	34
Ударная вязкость a _в , мДж/м ²	2,7
Линейная усадка, %	2,1

В первых экспериментах пусьеры не прокаливали, что привело к повышенному содержанию серы и фосфора в сталях. В последующих плавках это учитывалось.

Для проведения эффективной сварки заготовок из высокомарганцевых сталей была разработана специальная конструкция металлотермического реактора, которая позволяет получать жидкую легированную сталь для сварки при минимальном выгорании легирующих элементов (Пат. Ук-

раїни на корисну модель № 200606530 А МПК: B22C9/00).

На *рисунке* показана схема этого металлургического реактора. Плиты 1 и 13 из стали 110Г13Л заформовывали в песчано-глиняную смесь 2, при этом зазор между ними шириной 30 мм заполняли пенополиуретаном. Плиты и пенополиуретановую прокладку 12 прикрывали опокой 11 с формовочной смесью. На расположенном в верхней полужоформе канале 9 устанавливали двухкамерный реактор 4.

В формовочной смеси через стержень 8 с временным отверстием подавали пламя газовой горелки, выжигающее пенополиуретановую прокладку, раскаляющее торцы плит и одновременно прогревающее полости термитной сварки, канала 3, нижней 10 и верхней 7 камер реактора.

Плиты разогревали горелкой до 300–350 °С. После завершения прогрева в камеру 10 закладывали пусьеры и стержень 8 с отверстием, которое перекрывали тонкой стальной пластиной. После этого в камеру 7 засыпали смесь 6 термита. Смесь поджигали термитной спичкой (или порошками

магния, титана). Приблизительно через 20–25 с после начала технологической операции горения пластину 5 прожигали термитной сталью, которая выливалась в камеру 10, растворяя на своем пути пусьеры, а дальше стекала в канал 3 и в сварочную ванну. Кромочный слой на торцах плит восстанавливался расплавом стали, содержащей марганец из пусьер. Плиты крепко приваривались друг к другу в процессе их оплавления перегретой сталью и последующего ее твердения.

С помощью предложенного металлургического способа можно проводить сварку высоколегированных стальных заготовок с получением прочного сварного шва. Использование 1 т пусьер позволяет вернуть в производство около 230 кг марганца. Способ синтеза высоколегированных сталей дает возможность получать ремонтное литье из стали 110Г13Л (110Г12Л) в условиях мастерских и других производственных помещений, не приспособленных для обычных методов плавки стали. Он применим и для термитной сварки деталей из высокомарганцевой стали. ● #820

РЕЦЕНЗИЯ

О книге А. А. Кайдалова Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов

Книга выпущена издательством «Екотехнологія» в 2007 г. Монографии по резке столь широкого плана не издавались длительное время, в течение которого разработаны новые способы, оборудование и технологии. Поэтому публикация такой работы является своевременной, актуальной и полезной как для специалистов сварочного производства, так и для широкого круга инженерно-технических работников. Она представляет интерес также для студентов технических вузов, в частности, при изучении резки материалов.

В книге рассмотрены современные способы резки, применяющиеся в самых разных отраслях. Естественно, объемы их применения существенно различаются. Поэтому наибольшее внимание уделено кислородной, плазменной и лазерной резке — способам, наиболее востребованным в промышленности. Детально рассмотрена также электроэрозионная резка и ее совершенствование — способ, обеспечивающий высокую точность и резку металлов, которые трудно обрабатываются другими способами. В книге есть описание способов резки, которые ранее не рассматривались в литературе для специалистов сварочного производства, но необходимы для их практической деятельности. Приведены также сведения по некоторым специальным технологиям резки: резка водяной и водообразивной струей, канатная резка, глубокое фрезерование для разделки кромок под сварку и др.

В книге описаны сущность рассматриваемых способов резки, современное отечественное и зарубежное оборудование, технологии, особенности, области и опыт применения, а также даны сведения по технике безопасности при каждом способе резки. Для специалистов промышленности будут полезны приведенные технические характеристики

оборудования и сведения о его изготовителях. Представляет интерес раздел 10 «Сравнение технологий резки», при написании которого автор книги использует данные различных фирм. На наш взгляд, автор делает правильный вывод о том, что каждый способ резки имеет свои достоинства и недостатки, определяющие наиболее эффективные способы для каждого конкретного случая, а также перспективность применения многофункциональных резательных машин, что подтверждено практикой использования машин для газокислородной и плазменной резки.

Автор показывает широкую область применения современных способов резки от живых тканей человека до разделки боеприпасов и военной техники. Представляется ценным наличие в каждом разделе, посвященном определенным способам резки, описания техники безопасности при выполнении работ.

В качестве замечаний следует отметить, что в книге не везде используются единицы измерений в системе СИ, имеются отклонения от Стандарта Украины (кстати, перечень стандартов Украины в области резки, Межгосударственных стандартов, стандартов Российской Федерации и Международных стандартов приведены в Приложении 2, что является положительным фактором), иногда встречаются неточности в подрисовочных подписях. В целом книга написана грамотно, легко читается, хорошо оформлена и, безусловно, будет полезна как узким специалистам, так и широкому кругу научно-технических работников, студентам и молодым специалистам.

Доктор технических наук, профессор Национального университета кораблестроения, член Королевского института кораблестроения Англии В. Ф. Квасницкий



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

Как влияет на процесс механизированной сварки в среде Ar+CO₂ использование проволоки диаметром 1,2 мм взамен проволоки диаметром 1,6 мм?

В. В. Тимохин (Белгород)

Для изготовления ответственных металлоконструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей во многих случаях целесообразно использовать механизированную и автоматизированную дуговую сварку в смеси аргона с углекислым газом электродной проволокой диаметром 1,2 мм. Такой процесс сварки взамен сварки электродной проволокой диаметром 1,6 мм имеет следующие технологические преимущества:

- повышение устойчивости дуги и снижение разбрызгивания электродного металла;
- улучшение формирования швов, в том числе на форсированных режимах;
- увеличение пластичности металла шва при отрицательных температурах;
- уменьшение расхода сварочной проволоки и защитного газа;
- снижение утомляемости сварщиков, так как при сварке на повышенных токах используют более тяжелые горелки, а сам процесс сварки требует от сварщика большего напряжения;
- уменьшение удельных и валовых выделений сварочного аэрозоля, что приводит к снижению в 1,5 раза требуемых объемов воздуха для общеобменной вентиляции и, следовательно, уменьшает эксплуатационные затраты на обслуживание вентиляционного оборудования.

Основными компонентами защитной смеси в данных процессах являются аргон и углекислый газ. Аргон не оказывает отрицательного влияния на стабильность горения дуги, так как имеет относительно низкий потенциал ионизации (табл. 1). Металлур-

гически он инертен к расплавленному металлу капли и ванны. Высокая плотность аргона (1,784 кг/м³) обеспечивает хороший защитный экран над сварочной ванной. Поскольку углекислый газ тяжелее воздуха и аргона, то его присутствие в газовой смеси также способствует получению надежной защиты сварочной ванны.

Поэтому при сварке электродной проволокой диаметром 1,2 мм в смеси аргона с углекислым газом практически полностью исключается попадание в металл шва кислорода, азота и водорода. Металл шва, выполненный в таких условиях, отличается низким содержанием газов и неметаллических включений, а также обладает более высокой стойкостью против образования кристаллизационных трещин. Содержание CO₂ в смеси должно составлять не более 20–25%. При большем содержании CO₂ имеет место нестабильный крупнокапельный перенос электродного металла. Чем больше диаметр электродной проволоки, тем выше сила критического тока начала струйного переноса электродного металла (табл. 2).

Таблица 1. Физические свойства защитных газов

Газ	Потенциал ионизации, эВ	Плотность, кг/м ³
Аргон	15,75	1,784
Углекислый газ	—	1,977
Гелий	24,58	0,178

Таблица 2. Влияние диаметра проволоки и полярности постоянного тока при сварке в смеси Ar+20%CO₂ на силу критического тока струйного переноса электродного металла

Диаметр электродной проволоки, мм	Сила критического сварочного тока, А	
	обратная полярность	прямая полярность
1,0	250	—
1,2	270	330
1,4	320	380
1,6	350	420
2,0	400	470

Таблица 3. Потери металла на разбрызгивание и величина усиления шва

Способ сварки	Относительное разбрызгивание ψ_p , %	Величина усиления шва a , мм
В смеси Ar+CO ₂ , электродная проволока диаметром 1,2 мм	1,5–2,0	1,2
В смеси Ar+CO ₂ , электродная проволока диаметром 1,6 мм	4,0–5,5	2,0
В смеси CO ₂ , электродная проволока диаметром 1,2 мм	8,0–10,0	2,5

Таблица 4. Механические свойства металла шва при сварке стали 09Г2С (электродная проволока Св–08Г2С диаметром 1,2 и 1,6 мм, пространственное положение шва — нижнее, защитная смесь — 80% Ar+20% CO₂)

Параметр	Диаметр электродной проволоки, мм	
	1,2	1,6
Временное сопротивление разрыву, МПа	550–650	450–550
Предел текучести, МПа	400–500	350–450
Ударная вязкость, Дж/см ² при температуре, °С:		
+20	120–180	100–150
–40	45–85	40–60
–60	35–60	30–50

При переходе к электродной проволоке диаметром 1,6 мм происходит увеличение разбрызгивания электродного металла, неблагоприятное легирование швов с относительно большим усилением валика шва, что снижает производительность сварки (табл. 3). Процесс сварки на критических токах в газовой смеси 80% Ar+20% CO₂ проволокой диаметром 1,2 мм характеризуется конической формой торца электрода, струйным переносом электродного металла и минимальным разбрызгиванием. Брызги, приваренные к основному металлу, практически отсутствуют. Выделение сварочного аэрозоля в зоне дыхания сварщика резко сокращается.

Двойная смесь аргона с углекислым газом 80% Ar+20% CO₂ в сочетании с использованием электродной проволоки диаметром 1,2 мм позволяет выполнять швы во всех пространственных положениях. В то же время такая смесь для электродной проволоки диаметром 1,6 мм пригодна только при сварке в нижнем положении.

При сварке в смеси 80% Ar+20% CO₂ низколегированной стали 09Г2С электродной проволокой Св–08Г2С диаметром 1,2 мм механические свойства металла шва несколько выше, чем в случае сварки электродной проволокой диаметром 1,6 мм (табл. 4).

Производительность механизированной дуговой сварки в смеси 80% Ar+20% CO₂ с использованием электродной проволоки диаметром 1,2 мм составляет 6,4 кг/ч, а для проволоки диаметром 1,6 мм — 7,6 кг/ч. Небольшое уменьшение производительности сварки при переходе к электродной проволоке диаметром 1,2 мм компенсируется снижением потерь электродного металла на разбрызгивание и отсутствием необходимости очищать основной металл от брызг, исправлять неблагоприятную форму шва. Благодаря применению проволоки малых диаметров (1,2 мм и менее) достигается хороший внешний вид швов при больших скоростях сварки (более 50 м/ч).

В комплект поста для механизированной и автоматической сварки в смеси 80% Ar+20% CO₂ входит полуавтомат или автомат со шкафом управления, источник питания постоянного тока с жесткой или полого падающей характеристикой, смеситель газов или баллоны с аргоном и углекислым газом. При централизованном питании сварочных постов смесью от многопостового смесителя УСГ–1 баллоны и постовые смесители не применяют.

Для сварки в смеси 80% Ar+20% CO₂ используют сварочную омедненную и неомедненную проволоку Св–08Г2С и Св–08ГС по ГОСТ 2246–70 либо зарубежные аналоги. Проволоку предпочтительно использовать на катушках или кассетах, пригодных для непосредственного применения.

Благодаря высокой производительности и качеству механизированная и автоматическая сварка в смеси аргона с углекислым газом проволокой диаметром 1,2 мм получает все большее распространение. Она успешно заменяет ручную дуговую сварку покрытыми электродами и механизированную сварку в углекислом газе и смесях газов проволокой диаметром 1,6 мм.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработана программа расчета норм расхода сварочных материалов и электроэнергии для различных способов сварки. На основании исходных данных производства может быть выполнен расчет экономической эффективности применения того или иного сварочного материала, способа сварки при изготовлении конкретной сварной конструкции. ● #821

На вопрос отвечали

В. М. Илюшенко, канд. техн. наук,
Н. М. Воропай, д-р техн. наук,
А. А. Мазур, канд. экон. наук,
 ИЭС им. Е. О. Патона (Киев)



Актуальные проблемы повышения качества в сварочном производстве

Постоянное совершенствование современных машин и оборудования, в основе которых лежит сварная конструкция, предъявляет повышенные требования к обеспечению качества в сварочном производстве.

Обсуждению проблем качества в сварочном производстве была посвящена 2-я научно-практическая конференция «Обеспечение качества в сварочном производстве. Сварочное оборудование, материалы. Нормативные документы. Персонал», организованная Советом Общества сварщиков Украины и Крымским региональным отделением Общества сварщиков Украины. Конференция состоялась 7–8 июня 2007 г. на Симферопольском электромашиностроительном заводе «Фирма «СЭЛМА». В работе конференции приняли участие более 50 специалистов сварочного производства из 15 областей Украины.

Открывая конференцию, президент Общества сварщиков Украины *В. Г. Фартушный* зачитал приветствие директора ИЭС им. Е. О. Патона академика *Б. Е. Патона* участникам конференции.

Уважаемые коллеги!

Рад приветствовать вас по случаю начала работы очередной научно-практической конференции, которую проводит Общество сварщиков Украины. В этот раз участников конференции гостеприимно принимают Крымское региональное отделение Общества сварщиков Украины и одно из ведущих предприятий-производителей сварочного оборудования — ОАО «Электромашиностроительный завод «Фирма «СЭЛМА».

Конференция посвящена обсуждению чрезвычайно актуальной и важной проблемы сварочного производства — повышению качества продукции. Предстоит рассмотреть практически все главные аспекты этой проблемы: совершенствование организации производственных процессов; использование новейших научно-технических достижений; улучшение управления качеством с соблюдением требований международных стандартов; обеспечение международной сертификации предприятий, повышение профессиональной квалификации персонала и другие.

Уверен, что конференция — это прекрасная возможность для налаживания взаимовыгодных творческих и деловых отношений, решения ваших насущных производственных проблем. Это также толчок к появлению свежих идей и взглядов на возможности их решения. Надеюсь, что это позволит вам укрепить свои позиции в современной острой конкурентной рыночной среде.

От всей души желаю вам успешной деятельности, приятного общения, хорошего настроения, счастья и здоровья.

*Директор Института электросварки
им. Е. О. Патона НАН Украины
Б. Е. Патон*

С докладом «Проблемы обеспечения качества в сварочном производстве» выступил член Совета Общества сварщиков Украины, председатель комиссии по проблемам качества, главный сварщик ПО «Зоря-Машпроект» *Ю. В. Бутенко*. Анализируя состояние сварочного производства на крупных машиностроительных предприятиях, докладчик отметил, что в современных условиях факторами, определяющими качество и, следовательно, конкурентоспособность сварной конструкции, является не только качество сварочных материалов и оборудования (сварочной техники), но и квалификация персонала (рабочие, инженерно-технические работники, руководители сварочных работ), организация сварочных работ (в том числе наличие актуализированной нормативно-технической доку-



ментации), современный технологический процесс (последовательность технологических операций, наличие пооперационного контроля, аттестации продукции).

Сегодня наиболее острой является проблема обеспечения производства квалифицированными рабочими-сварщиками, владеющими современными технологиями сварки, наплавки, резки. Имеется в виду знания и умение пользоваться современными материалами и оборудованием. К сожалению, существующая подготовка рабочих-сварщиков в системе профтехобразования не удовлетворяет требованиям производства. Проблемы профтехобразования хорошо известны: слабая материально-техническая база, низкая заработная плата педагогического коллектива, отсутствие у учащихся возможности практиковаться на современном оборудовании, не соответствующая международным стандартам методика подготовки сварщиков. Для обеспечения сварочного производства квалифицированными кадрами предприятие вынуждено организовывать у себя дополнительные курсы подготовки, но это не решение проблемы, поскольку система подготовки на предприятии также далека от совершенства.

В Украине существует система подготовки рабочих-сварщиков разных специальностей, которая успешно реализуется в Межотраслевом учебно-аттестационном центре ИЭС им. Е. О. Патона. Однако этот центр единственный, он не в состоянии решить проблему всего украинского сварочного производства. Сегодня необходимо усилия Общества сварщиков Украины совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами направить на создание региональных центров по подготовке квалифицированных рабочих, владеющих современной сварочной техникой, отвечающих требованиям сварочного производства.

В последние годы, продолжил Ю. В. Бутенко, ощущается дефицит и в квалифицированном инженерно-техническом персонале. К сожалению, кафедры сварки высших учебных заведений отстают от требований современного производства. Выпускники вузов слабо владеют современной сварочной техникой, положениями международных стандартов и норм, имеют ограниченный практический опыт.

В прежние годы молодой инженер-сварщик, поступив на работу в службу главного сварщика машиностроительного предприятия, имел возможность, используя принцип «преемственности поколений», приобрести соответствующие технические навыки. Однако сегодня, когда численность персонала службы главного сварщика сведена до минимума, молодому специалисту надо сразу вступать «в бой», но отсутствие соответствующей подготовки, не позволяет этого сделать. Необходимо серьезно пересмотреть систему подготовки инженеров-сварщиков в вузах, включив в программу изучение международных стандартов и норм.

Имея многолетний опыт организации сварочных работ и руководства ими, Ю. В. Бутенко сделал вывод, что основная проблема, существующая сегодня у главного сварщика предприятия, — отсутствие законодательно определенных прав руководителя сварочных работ. В современных условиях на главном сварщике лежит вся полнота ответственности за надежность сварной конструкции, однако право принятия решений отсутствует. Наиболее простой пример: закупку расходных материалов, основного металла, сварочного оборудования для изготовления сварных конструкций полностью осуществляет снабженец, который руководствуется не технической необходимостью, а ценой. При этом наличие сертификата качества, сертификата соответствия не всегда гарантирует, что сварочная техника соответствует требованиям конкретного производства и условиям производства конкретной сварной конструкции. Участие главного сварщика, специалистов службы главного сварщика в выборе и закупке материалов и оборудования обязательно. Настало время, продолжил докладчик, разработать и в установленном порядке утвердить Положение (Технический регламент) о службе главного сварщика. В подготовке «Положения» должны принять активное участие члены Общества сварщиков Украины, основываясь на накопленном



опыте и действующих международных нормах и стандартах. В «Положении» должны быть указаны права и обязанности руководителя сварочных работ и его служб, позиция службы в административной структуре предприятия.

Завершая свое выступление, Ю. В. Бутенко остановился на вопросе качества сварочных материалов и оборудования. Сегодня на рынке Украины предложения сварочной техники превышают спрос. Однако далеко не вся предлагаемая сварочная техника обладает требуемыми эксплуатационными показателями. Очень трудно выбрать необходимый материал или оборудование, чаще всего при выборе сварочной техники руководствуются опытом ее использования, а также авторитетом производителя или поставщика. Необходимо, чтобы Общество сварщиков Украины создало базу данных опыта применения различной сварочной техники на предприятиях всех отраслей промышленности, что позволило бы объективно принимать решения при выборе сварочной техники и ограничило бы доступ на рынок продукции недобросовестных производителей и поставщиков.

Доклад *Н. А. Проценко*, менеджера схемы Европейской сварочной федерации УНОСП «Патон-Серт», «Система подготовки предприятий к сертификации по требованию международного стандарта ISO 3834» был посвящен в том числе и одной из актуальных проблем — обеспечение отечественного сварочного производства современной нормативно-технической документацией (прежде всего стандартами, отвечающими требованиям международных норм). *Н. А. Проценко*, продолжая обсуждение проблем обеспечения сварочного производства научно-технической документацией (НТД), начатой в выступлении Ю. В. Бутенко, отметила, что в большинстве ведущих отраслей промышленности, выпускающих и эксплуатирующих особо ответственные сварные конструкции (тяжелое и транспортное машиностроение, энергетика, энергетическое и химическое машиностроение, эксплуатация трубопроводных систем и т. п.), продолжают действовать Государственные (межгосударственные) стандарты, а также отраслевые стандарты бывшего СССР, созданные более 25 лет тому назад, в которые не вносились изменения. Сегодня они устарели.

В России большинство этих документов пересмотрено и созданы новые ГОСТы Р и Федеральные нормы, в которых учтены из-

менения, происшедшие в мировом сварочном производстве за последние годы.

В Украине начата системная работа по созданию нормативных документов, гармонизированных с международными стандартами EN и ISO. Для потребностей отечественного сварочного производства необходимо гармонизировать около 240 стандартов. Для реализации этого задания привлечены ведущие научно-исследовательские организации и промышленные предприятия Украины. Однако, как всегда, эта работа не имеет целевого финансирования и выполняется, в большой степени, на энтузиазме специалистов, понимающих всю важность создания современных нормативных документов, которые должны обеспечить качество и конкурентоспособность сварных конструкций.

В 2004–2006 гг. введены в действие первые стандарты ДСТУ ISO в области сварочных материалов, защитных газов и т. п.

При совершенствовании системы организации сварочных работ и возможности аттестации сварочного производства, отметила в своем выступлении *Н. А. Проценко*, важнейшим документом является ISO 3834 — главный стандарт сварочного производства. Внедрение стандарта ISO 3834 позволяет последовательно осуществлять процесс организации и выполнения сварочных работ, который включает требования к подготовке контрактов и выбору субподрядных организаций, к квалификации руководящего и исполнительного персонала, к выбору сварочного оборудования, а также основного и расходных материалов, к подготовке, оформлению и аттестации технологических процессов, к пооперационному технологическому контролю, финишному контролю качества продукции и приемо-сдаточным испытаниям, к контролю отклонений в технологическом процессе, к документированию результатов выполнения работ, к идентификации и возможности проследить выполнение технологических операций.

Для подтверждения соответствия сварочных производств требованиям ISO 3834 в ИЭС им. Е. О. Патона создан Уполномоченный национальный орган по сертификации сварочного производства — УНОСП «Патон-Серт». В июне 2006 г. «Патон-Серт» успешно прошел аккредитацию в Европейской сварочной федерации и получил соответствующий сертификат.

В течение последних 20 лет технический прогресс в сварочном производстве осуще-

ствляется путем реализации положений международных стандартов ISO серии 9000. В 2008 г. заканчивается срок действия третьей редакции указанных стандартов. Тому, какие возможны изменения в стандартах ISO 9000, был посвящен доклад *А. Е. Марченко* (ИЭС им. Е. О. Патона) «Улучшение менеджмента качества с учетом положений международных стандартов».

Полагают, что стандарт ISO 9001 останется главным документом, который регламентирует требования к системе менеджмента качества (СМК), и его будут использовать при оценке результативности СМК в процессе ее сертификации. Основное назначение СМК, разработанной и сертифицированной по ISO 9001, обеспечить соответствие качества продукции требованиям, заявленным изготовителем или заданным (ожидаемым) потребителем и обществом. В 2008 г. редакция стандарта ISO 9001 будет изменена в небольшой мере.

Стандарт ISO 9004 будет по-прежнему ориентирован на улучшение общего менеджмента, составной частью которого является менеджмент качества с целью достижения наиболее весомых экономических результатов деятельности предприятий. Учитывая, что в прошедший период эта задача решалась неудовлетворительно, ISO/TK176 запланировал к 2008 г. существенно переработать ISO 9004. Новая редакция стандарта ISO 9004 нацеливается на достижение устойчивого развития предприятия.

В качестве образцов при разработке стандарта ISO 9004 предлагают подходы, успешно реализованные:

- в японских стандартах JIS/TR Q 0005 «Системы менеджмента качества. Руководство по устойчивому росту» и JIS/TR Q 0006 «Системы менеджмента качества. Руководство по самооценке» и проекте французского стандарта «Система менеджмента. Руководство по менеджменту организации»;
- в испанском стандарте «Методы и планы улучшения»;
- в европейской модели делового совершенства (EFQM);
- в моделях премий Малкольма Болдриджа и Эдуарда Деминга.

Эти предложения должны быть тщательно проанализированы специалистами-сварщиками и производителями сварочной техники. Следует найти пути гармонизации стандарта ISO 3834 со структурой новой редакции стандарта ISO 9001:2008, учитывая,

что сейчас такой гармонизации не существует, и это создает трудности при разработке, аттестации сварочных процессов, с одной стороны, и сертификации систем менеджмента качества с участием сварочных технологий, с другой.

Современное сварочное производство предъявляет специальные требования к профессиональной подготовке сварочного производства. Новым подходом в организации профессиональной подготовки персонала всех категорий (от руководителя сварочных работ до рабочего-сварщика) был посвящен доклад *П. П. Проценко*, директора Межотраслевого учебно-аттестационного центра ИЭС им. Е. О. Патона «Профессиональная квалификация персонала — определяющий фактор в системе обеспечения качества сварных конструкций».

В своем выступлении П. П. Проценко отметил, что для решения проблем организации профессиональной подготовки персонала Международный институт сварки и Европейская Сварочная Федерация разработали единые учебные программы и систему контроля за проведением квалификационных экзаменов, отвечающие требованиям ISO 3834. Международная квалификационная система МИС–ЕСФ признана всеми аккредитационными органами в мире и позволяет гарантировать уровень подготовки и оценки квалификации персонала независимо от того, в какой стране прошел подготовку и аттестацию персонал.

Аккредитацию на применение Международной квалификационной системы получили Уполномоченные национальные органы (УНО) в 35 странах, в том числе и Украина. В качестве УНО в Украине аккредитован Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е. О. Патона (МУАЦ).

В процессе подготовки к аккредитации были разработаны программы и методики подготовки и оценки квалификации всех категорий персонала для сварочного производства. Это позволило организовать подготовку и аттестацию специалистов международного уровня. Участие таких специалистов в производстве сварных конструкций, отвечающих требованиям ISO 3834, является обязательным. И если при разработке и согласовании Программы и Положений по подтверждению международной квалификации инженерно-технического персонала не возникло проблем, то при согласовании системы подготовки сварщиков возникли трудности. Это в большей степени связано с

несоответствием национальной системы профессионально-технической подготовки рабочих руководящим документам Международной квалификационной системы.

В создавшейся ситуации, продолжал докладчик, для решения проблемы обеспечения сварочного производства квалифицированным персоналом необходимо разработать Положение и создать многоуровневую систему непрерывной профессиональной подготовки персонала разных категорий. Учебно-производственной базой для подготовки высококвалифицированного персонала могли бы стать региональные ресурсные центры по сварке и родственным технологиям, созданные с участием Общества сварщиков Украины, Уполномоченного национального органа по международной квалификации персонала, заинтересованных министерств и промышленных предприятий Украины.

В дискуссии по актуальным проблемам повышения качества сварочных работ, обсуждаемых на конференции, приняли участие:

Г. В. Павленко — председатель Крымского регионального отделения ОСУ, генеральный директор ОАО «Фирма «СЭЛМА» (Симферополь);

В. И. Дегтярь — председатель Одесского областного отделения ОСУ (Одесса);

М. А. Лактионов — председатель Сумского областного отделения ОСУ (Сумы);

В. Т. Котик — директор УАКС (Киев)

В. М. Илюшенко — Вице-президент ОСУ (Киев).

По результатам обсуждений было принято следующее решение.

1. Поручить Совету Общества сварщиков Украины:

- разработать проект Положения о главном сварщике (руководитель сварочных работ) с учетом требований международных стандартов;
- подготовить Положения о ресурсных центрах по сварочному производству для подготовки рабочих сварщиков с квалификацией, отвечающей требованиям международных стандартов и современного сварочного производства.

2. Областным и региональным отделениям Общества сварщиков Украины при содействии Совета Общества сварщиков организовать мониторинг соответствия сварочных материалов и оборудования требованиям нормативной документации и технологии изготовления конкретной сварной конструкции, создать базу данных опыта



эксплуатации сварочной техники, используемой на предприятиях Украины.

3. Поручить редколлегии и редакции журнала «Сварщик» с участием экспертов Общества сварщиков Украины обеспечить всестороннее освещение проблем повышения качества в сварочном производстве.

4. Провести в 2008 г. научно-практическую конференцию по проблемам обеспечения качества в сварочном производстве.

Во время работы конференции все участники имели возможность ознакомиться с современным производством сварочной техники на ОАО «Симферопольский машиностроительный завод «Фирма «СЭЛМА».

Сегодня производственные цеха завода оснащены самым современным технологическим оборудованием, позволяющим изготавливать надежную в эксплуатации сварочную и специальную технику для ручной, механизированной и автоматической дуговой сварки, аргодуговой сварки и воздушно-плазменной резки, машины для подготовки кромок, установки для контактной сварки. Продукцию фирмы «СЭЛМА» успешно эксплуатируют на заводах Украины и экспортируют во многие страны.

Активная маркетинговая политика, постоянная связь с научными центрами Украины и России позволяет фирме разрабатывать и в кратчайшие сроки осваивать производство новых и модифицированных образцов сварочной техники, отвечающих требованиям международных стандартов и потребителей сварочной техники.

Совет Общества сварщиков Украины выражает свою признательность руководству фирмы «СЭЛМА» за активное участие в подготовке и проведении конференции. ● #822

Б. В. Юрлов, В. М. Илюшенко,
Вице-президенты
Общества сварщиков Украины

Не числом, а умением: пути к рентабельности в практике высокотехнологичного производства

М. Р. Уданович, НПФ «Инбор-центр» (Киев)

Предлагаемая концепция представляет собой гармоничную композицию из совокупности разнородных высоких технологий, никогда ранее не работавших вместе. Для приборостроения, где отдача не такая быстрая и очевидная, как от продажи сырья, эта концепция подходит больше всего. Рентабельность малозатратных технологий изготовления инструмента существенно возрастает при активном, творческом использовании идей производственной логистики и промышленного маркетинга для координации действий. Каждая из десяти предложенных технологий доказала свою результативность на практике. Эффект синергии обеспечивается наличием промышленной инфраструктуры и профессионалов в сочетании с передовыми методами организации производства.

Изучение данных обратных связей, отслеживаемых по обмену информацией с заказчиками из различных отраслей промышленности, позволило определить и выделить множество скрытых резервов и возможностей. Исходя из сложившейся ситуации, дефицита ресурсов, внимание необходимо акцентировать на приоритете малозатратных технологий.

Универсальность и удобство инструментального обслуживания для вычисления «узких мест» заключается в том, что инструменты и оснастка широко используются не только в машиностроении и приборостроении, но и в камнеобработке, деревообработке, стройиндустрии, медицине, ювелирном производстве, изготовлении рекламы и др. Высокие технологии, имея большой нереализованный потенциал развития, серьезно влияют на общее состояние конкурентоспособности и в большинстве своем малозатратны. Рынок технологий в Украине все еще находится на начальной стадии своего развития, поэтому простор для действий достаточно широк.

Выпуск нового изделия на рынок Украины всегда связан с риском, поэтому производитель заинтересован в быстрой окупаемости при возможной реорганизации структуры производства в будущем. Предлагаемая на рынке не конкретную продукцию, а

услуги в области реализации сложных технологических процессов, предприятие может без существенных издержек повысить свою рентабельность. Снижение стоимости и повышение эффективности эксплуатации активов принципиально важно. Необходимо видеть любой актив (изделие, потенциал, ресурс) с разных сторон — в ракурсах финансов, сроков, кооперации, безопасности и качества.

Ориентируясь на приоритеты страны и имеющиеся предпосылки, по инициативе ряда предприятий ВПК Одесской области и АО «Концерн-Электрон» (Львов) разработан бизнес-проект создания кластер-технопарка «Международный центр производителей микроэлектронной техники» (территория — 220 га).

Для оценки малозатратности технологии целесообразно использовать следующие критерии:

- период окупаемости;
- вероятность возврата вложенных средств;
- уровень рентабельности;
- наличие промышленной инфраструктуры и специалистов;
- маркетинговую информацию;
- уровень ликвидности;
- степень риска.

Исходя из практики, предлагаем ряд инструментальных технологий, которые можно внедрить за 3 мес (окупаемость — 5 мес и получение прибыли от финансовых инвестиций за 7 мес):

1. Прецизионная обработка специальными кругами из сверхтвердых материалов (СТМ), обеспечивающая не только точность размеров, но и высокое качество поверхностного обработанного слоя, что существенно не только в приборостроении.

2. Технология надежного соединения разнородных материалов и конструкция малогабаритной однофазной установки настольного типа.

3. Восстановление размеров изношенных прецизионных деталей.

4. Специальная химико-термическая обработка для упрочнения поверхностного слоя.

5. Электроискровое легирование (ЭИЛ).

6. Рациональное вторичное использование остродефицитных материалов, например, вольфрама, никеля, молибдена, кобальта и т. п.

7. Изготовление и рациональная эксплуатация прецизионных инструментов оригинальных конструкций из специальных материалов.

8. Нанесение износостойких покрытий различными методами с обязательной доработкой поверхностного слоя.

9. Очистка и переточка твердосплавных инструментов.

10. Магнитно-абразивная обработка деталей сложной формы.

Эти технологии полностью удовлетворяют указанным критериям и доказали свою результативность в производстве много раз.

Данные предложения имеют свою конструктивную направленность, т. е. ни одно из них не сформулировано абстрактно, а содержит определенные достижения. Эффективность предлагаемых технологий связана не только с высокой производительностью, но и с формированием в обрабатываемом поверхностном слое изделия состояния, которое оптимально обеспечивало бы его работоспособность в условиях эксплуатации. При этом минимизация затрат за полный жизненный цикл изделия может быть достигнута не только путем снижения себестоимости процесса его обработки, но и за счет минимальных затрат, связанных с эксплуатацией изделия.

Исследование факторов, сдерживающих рост производства, позволяет определить методы, которыми можно расширить функциональные и технологические возможности устройств, оснастки, приспособлений, ускорить технологическую подготовку, включая наладку.

Специальная высокопроизводительная магнитно-абразивная обработка улучшает отвод стружки и технологическую обстановку в зоне обработки. Современное приборостроение не представляется возможным без массового использования прогрессивных технологических средств (ТС). Все это в значительной степени обуславливает эффективность и интенсификацию процессов обработки, особенно труднообрабатываемых материалов. Кроме наиболее широко

используемых СОЖ, следует особо отметить значимость твердой смазки (карандаши, прокладки). Поддержка предлагаемых технологий на должном уровне будет способствовать развитию производства приборов, способных выдержать конкуренцию. В свою очередь, массовое использование измерительных приборов необходимо для сокращения потерь от нерационального использования ресурсов.

Оптимальный малозатратный вариант технического перевооружения — лизинг как форма производственного инвестирования. Замену основного капитала текущими расходами обеспечивает привлечение других предприятий к выполнению отдельных операций вместо приобретения собственных средств для их осуществления.

Очень перспективное направление малозатратных технологий — доработка (доводка, притирка, полировка, специальная переточка) рабочих поверхностей детали с целью устранения дефектного слоя после износостойких покрытий.

Современные технологии восстановления позволяют не только сохранить номинальные параметры, но и значительно их улучшить. При этом себестоимость восстановленных изделий составляет до 30% от себестоимости новых. Реновация изделий и устройств — это самое чистое и энергосберегающее производство, которому на сегодня нет экологической альтернативы. В десятки раз меньше расходуется сырьевых и энергетических ресурсов и в таком же соотношении снижается количество загрязнений. Сырьевая ориентация экономики представляется совершенно бесперспективной.

Эффективность процесса может быть измерена на основании данных об использовании в нем ресурсов. Объем затрат не является решающим фактором влияния на результат. Учитывая недопустимо низкую энергоэффективность промышленности Украины, целесообразно оценивать технологические процессы по удельной энергоемкости обработки. Придание улучшенных характеристик уже существующим изделиям — необходимое условие для успеха предприятия. Базисом перемен к лучшему является оценка процессов, которые для предприятия эффективны, и отсева процессов и операций, не добавляющих потребительскую стоимость.

Конкуренция предопределяет особую актуальность владения методами сбора информации, ее систематизации, междисциплинарной

линарных знаний. Информация стала базовым фактором производства, одним из наиболее востребованных товаров, владение которым является необходимым условием развития. Благодаря развитию информатики стало возможным своевременно, в режиме «онлайн», получать сведения во время движения товаропотока, быстро реагировать на изменения. Чем больше производственных связей охвачено, проанализировано и учтено, тем меньше вероятность ошибок и необоснованных действий. Необходимо руководствоваться правилом разумной достаточности и не стремиться к сложному, когда можно обойтись простым решением. Например, нерационально использовать дорогостоящие импортные инструменты при наличии хотя бы одного негативного фактора в режиме обработки. Любая необоснованная избыточность производства снижает рентабельность.

Малозатратность любой промышленной технологии нельзя обеспечить без умелого использования технологий передового менеджмента, промышленного маркетинга, производственной и корпоративной логистики, осознания значимости профподготовки и переподготовки. Значительных ошибок и рисков можно избежать, если систематически отслеживать влияние маркетинга на производство, создание и удовлетворение спроса. Следует как можно быстрее избавиться от устаревших представлений о логистике и маркетинге как о доставке и продажах. На самом же деле объектом логистики являются все материальные, финансовые и информационные потоки в процессе рождения и реализации изделия. Причиной порождения проблем часто является нарушение координации взаимодействия участников процесса создания изделия (маркетинг, проектирование, снабжение, производство, сбыт). Каждый раз необходимо все элементы производственной мозаики оценивать через призму эффективности, затем складывать и оценивать всю картину. Без инновационного, креативного мышления логистика невозможна. Ключевой момент — избежать ненужных затрат и действий. Формула производства без потерь или бережливого производства включает в себя выстраивание потока создания изделия без задержек, соблюдение баланса работы оборудования и каждого отдельного процесса в этом потоке. Производственный поток начинается с момента прихода заказа, он постоянно связан с информационным пото-

ком. Работа по системе минимизации материальных запасов в каналах движения (Just in Time) позволяет гармонично соединить сырье, полуфабрикат и готовую продукцию в один бесконечный трансформирующийся поток, сопровождающийся потоком информации. Критерий эффективности производства для данной схемы — отсутствие противоречий в начальной и сопровождающей информации.

Умение расставить приоритеты — одно из важнейших условий успеха в любом деле. Все сразу не охватишь, что-то надо делать в первую очередь, а что-то можно отложить, на что-то направить средства, а где-то сэкономить. Популярным методом классификации задач путем ранжирования их приоритетности является ABC-анализ. Маркетолог обязан убедительно доказать, что выгодно производить в первую очередь, по какой технологии это лучше выполнять, какими силами и в каком объеме. Особенность промышленного маркетинга — это умение наглядно доказывать эффективность инноваций, в том числе данными производственных испытаний в условиях заказчика. Необходимо осознать, что маркетинг — это не статья расходов, а инвестиционный процесс, который определяет формирование и поддержку обменных взаимоотношений с заказчиками и партнерами. Исходя из известного правила Парето, 80% реализации продукции предприятия делает 1/5 часть всех заказчиков. Это ключевые заказчики-партнеры, и методы их стимулирования должны быть эксклюзивными. Создание долгосрочных конструктивных партнерских отношений с такими заказчиками позволяет сгладить множество проблем, связанных с неравномерностью спроса. Неритмичность загрузки производственных мощностей и специалистов компенсируется также поддержанием тесных обратных связей и маркетинговыми инструментами.

Логистика — это форма оптимизации рыночных связей, управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками. Требование полной загрузки мощностей заменяется требованием минимизации сроков прохода оборотных средств через предприятие. Анализ динамики заложенных в закупленные заготовки оборотных средств помогает выявить тенденцию, определяющую стратегию в отношении их пополнения. Уменьшение риска от несоблюдения параметров по-

ставок и выбор оптимальных поставщиков — первоочередная задача. Не следует забывать, что товарные запасы являются активами ровно настолько, насколько они продаваемы. Поэтому лучший склад для малого производственного предприятия — виртуальный, т. е. информация об оперативном приобретении заготовок, комплектующих, полуфабрикатов. Необходимо выяснить соответствие между объемом поставок и потребностью в них, так как оно влияет на баланс оборотных средств. Важно правильно найти компромисс между собственным производством и закупками комплектующих. На каждой стадии производственного процесса есть множество способов сокращения расходов, которые могут быть реализованы путем эффективного управления инструментальными потоками. Логистическая стратегия инструментообеспечения, принимая во внимание циклический характер применения инструментов и оснастки, всесторонне учитывает аспекты контроля и управления на всех этапах. Многие потери просто «размываются» в накладных расходах, не давая информации для выявления источников этих потерь. Необходимо

помнить и постоянно соблюдать требование максимизации ликвидности любого материального актива.

Тесное взаимодействие новых промышленных технологий и технологий предпринимательства в условиях малого производственного предприятия дает серьезный эффект синергии, снижение общих издержек и рисков. Горизонтальные связи между предприятиями-партнерами благодаря высокой рационализации производства и реализации изделий позволяют существенно сократить издержки.

Решающими аргументами широкого распространения указанных малозатратных технологий являются:

- энергосбережение;
- экологичность;
- рентабельность в условиях самофинансирования;
- оперативное создание новых рабочих мест;
- загрузка простаивающего оборудования заводов ВПК и институтов НАНУ;
- возможность серьезного приложения усилий малого бизнеса;
- повышение эффективности использования оборотных средств.

● #823

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



М. Ф. Гнатенко — 60 лет

Талантливому ученому, отличному организатору производства Михаилу Федоровичу Гнатенко 14 октября 2007 г. исполнилось 60 лет.

Свой славный путь М. Ф. Гнатенко начал после окончания в 1972 г. Киевского политехнического института на Череповецком сталепрокатном заводе — крупнейшем в СССР предприятии по производству сварочных электродов. Работая в технологической лаборатории электродного цеха инженером-исследователем, он активно участвовал в разработке и совершенствовании технологии и изготовления сварочных электродов.

В 1977 г. М. Ф. Гнатенко поступил в аспирантуру и после ее окончания продолжил научную работу в отделе № 10 Института электросварки им. Е. О. Патона. В 1984 г. М. Ф. Гнатенко успешно защитил диссертацию и получил научную степень «кандидат технических наук».

За время работы в институте он внес весомый вклад в разработку низкотоксичных электродов, прогрессивных технологических процессов конвейерного производства электродов, создание и модернизацию основного технологического оборудования (электродообмазочные прессы, печи для термической обработки электродов, интенсивные смесители, дозировочные линии и др.).

В 1993 г. М. Ф. Гнатенко перешел на работу в ООО «Велма» на должность технического директора, а с 2005 г. и по настоящее время является генеральным директором этой фирмы.

Благодаря настойчивости и таланту М. Ф. Гнатенко разработано и внедрено в производство уже четвертое поколение технологического оборудования для изготовления электродов, проведена большая работа по совершенствованию технологических процессов. Предприятиям-изготовителям сварочных электродов: ЗАО «Артемаш-Вистек», ОАО «Днепрометиз», ОЗСМ ИЭС им. Е. О. Патона, ООО «Плазма Тек», ОАО «Лосиноостровский электродный завод», ОАО «Межгосметиз-Мценск», ОАО «Уралвагонзавод» и др. было поставлено более 60 единиц оборудования и около 30 технологических линий по изготовлению сварочных электродов.

От всей души поздравляем Михаила Федоровича с 60-летием и желаем здоровья, счастья, новых творческих свершений, еще много лет плодотворного труда и благополучия.

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

Укрупненный расчет потребности в сварочных материалах в производстве

А. А. Мазур, канд. экон. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Расчет по укрупненным нормативам позволяет определить потребность в сварочных материалах на предпроектной стадии, когда отсутствуют не только рабочий, но и технический проект объекта производства; в условиях многономенклатурного производства, когда физически невозможно провести расчеты по многим сотням и тысячам изделий, входящих в годовую программу выпуска; в условиях дефицита времени на техническую подготовку производства или недостаточной численности служб, занятых материальным нормированием.

Расход сварочных материалов при изготовлении сварных конструкций различного назначения можно определить двумя способами:

- при наличии рабочих чертежей конструкции — исходя из протяженности, типов и калибров сварных швов, массы наплавленного металла с использованием удельных нормативов расхода материалов на 1 погонный метр шва или 1 кг

наплавленного металла, что требует довольно трудоемких расчетов;

- при отсутствии рабочих чертежей или невозможности выполнения подробных расчетов — по укрупненным нормативам, учитывающим специфику конструкций.

В различных отраслях промышленности накоплен многолетний опыт укрупненного определения потребности в сварочных материалах. Например, в судостроении, где расход сварочных материалов зависит в основном от массы металлического корпуса (в металлический корпус включаются фундаменты и подкрепления), его рассчитывают следующим образом.

1. Учитывают конкретный тип судна, в зависимости от которого принимают значения массы наплавленного металла, приходящегося на 1 т массы металлического корпуса (*табл. 1*).

2. При определении массы наплавленного металла в отдельных цехах исходят из «условной» массы металлоконструкций, изготавливаемых данным цехом.

В этом случае расчет проводят по формуле

$$q_{ст} = Qk,$$

где $q_{ст}$ — масса наплавленного металла в данном цехе, кг; Q — «условная» масса сварных конструкций корпуса, изготавливаемых в данном цехе, т; k — масса наплавленного металла на 1 т «условной» массы металлического корпуса, кг/т (принимают по данным табл. 1).

3. Установленную для металлического корпуса данного судна массу наплавленного металла распределяют пропорционально относительным объемам применяемых различных способов сварки:

$$q^n = qY/100,$$

где q^n — масса наплавленного металла данным способом сварки, кг; q — суммарная масса наплавленного металла всеми способами сварки, примененными на данном корпусе судна, кг; Y — относительный объем применения данного способа сварки, %.

Таблица 1. Масса наплавленного металла в зависимости от типа судна и толщины металлического корпуса

Тип судна	Средняя толщина листа S , мм	Масса наплавленного металла q , приходящегося на 1 т массы металлического корпуса, кг
Морские и речные танкеры, плавдоки, рыбоконсервные базы	До 6	20
	1–9	25
	10–11	23
	≥12	22
Сухогрузные суда (рудовозы, лесовозы, контейнеровозы и др.), теплоходы, рефрижераторы, паромы	До 5	20
	6–9	27
	10–12	24
	≥13	22
Траулеры, ледоколы	До 7	31
	≥8	34
Сейнеры, буксиры	До 6	28
	≥7	30
Самоходные и несамоходные баржи	До 5	24
Плавкраны, земснаряды, землечерпалки, электростанции, буровые установки и т. д.	До 9	37
	≥10	33

Таблица 2. Расход сварочных материалов на 1 кг наплавленного материала при различных способах сварки

Сварочный материал	Способ сварки	Расход сварочного материала на 1 кг наплавленного металла, кг
Электроды: УОНИ–13/45; УОНИ–13/45А; УОНИ–13/55; Э–138/50Н; АНО–4; АНО–6	Ручная дуговая	1,7
Проволока Св–08, Св–08А, Св–08ГСМТ; Св–10ГН	Автоматическая и механизированная под слоем флюса	1,03
Проволока Св–08ГС; Св–08Г2С; Св–08ГСМТ	Автоматическая и механизированная в углекислом газе	1,15
Проволока Св–108Г2; Св–08Г2С; Св–08ГСМТ	Электрошлаковая и автоматическая вертикальных швов в углекислом газе	1,05
Флюсы ОСЦ–45; ОСЦ–45М; АН–348А; АН–348М	Автоматическая и механизированная под флюсом	1,35
Флюсы ОСЦ–45; АН–348Ф; АН–22	Электрошлаковая	0,1
Сварочная углекислота	Автоматическая и механизированная	1,6–2,3 (700 л)
Вольфрамовые электроды	Ручная неплавящимся электродом	0,02
Аргон	Ручная неплавящимся электродом	3,8

4. В соответствии с полученными данными по массе наплавленного различными способами металла устанавливают потребность в конкретных сварочных материалах, руководствуясь данными *табл. 2*.

5. Полученную по расчету массу наплавленного металла увеличивают на 15% для удовлетворения потребности на проведение дополнительных работ, связанных с приваткой, приваркой временных креплений, приваркой технологических заглушек при испытаниях корпусных конструкций, на исправление брака.

При изготовлении строительных сварных металлоконструкций, в частности для элементов стальных каркасов промышленных зданий, в результате статистической обработки большого количества чертежей КМД, выполненных конструкторскими отделами Днепропетровского завода им. Бабушкина и Запорожского завода металлоконструкций, установлены показатели массы наплавленного металла в зависимости от типа конструкции (*табл. 3*).

При использовании данных *табл. 1* и *3* необходимо иметь в виду, что совершенствование технологии, повышение точности заготовок и качества сборки сварных узлов может значительно снизить массу наплавленного металла при одновременном повышении качества сварных соединений, снижении себестоимости и сокращении сроков производства работ при изготовлении и монтаже. Поэтому использовать приведенные в *табл. 1* и *3* показатели необходимо творчески, предварительно проверив их в конкретных условиях данного производства конкретной продукции, в том числе и с

Таблица 3. Масса наплавленного при сварке металла, кг

Элемент конструкции	Показатель на 1 т конструкций	
	среднее значение	максимальное значение
Решетчатые колонны массой, т: до 10 до 10–25 более 25	8 10 10	18 15 13
Сплошные колонны массой, т: до 3 до 4–10	12 9	18 12
Подкрановые балки сплошного составного сечения	12	17
Подкрановые балки прокатных профилей	6	8
Подстропильные фермы пролетом, м: 12 18–30	8 5	11 7,5
Стропильные фермы пролетом 24–42 м	6	12
Фонари всех систем	5	10
Фахверки — стойки	12	18
Фахверки — ригели	10	18
Связи по фермам	4,5	9
Связи по колоннам	4	9
Сварные балки перекрытий составного сечения	12	18
То же прокатных профилей	4	9
Лестницы на рабочие площадки	15	25
Транспортные галереи — опоры	7,5	14
Транспортные галереи — пролетные строения	6	11

использованием удельных нормативов расхода сварочных материалов на 1 погонный метр шва и на 1 кг массы наплавленного металла, которые будут изложены в следующих номерах журнала «Сварщик». ● #824

Гармонизация стандартов на наплавочные материалы в соответствии с требованиями европейского стандарта EN 14700 «Сварочные материалы — Сварочные материалы для наплавки»

И. И. Рябцев, канд. техн. наук, Н. А. Проценко, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Вступление Украины во Всемирную торговую организацию (ВТО) потребовало переработки существующих украинских и межгосударственных (в рамках СНГ) стандартов, разработки технических регламентов в соответствии с требованиями международных и европейских стандартов. Внедрение этих стандартов даст возможность Украине использовать опыт и достижения развитых стран в национальной экономике, будет способствовать выводу украинских товаров на мировой рынок.

Госпотребстандарт Украины разработал «Государственную программу стандартизации на 2006–2007 гг.», утвержденную Постановлением Кабинета Министров Украины от 2.03.2006 г. № 229, целью которой является обеспечение развития национальной системы стандартизации в соответствии с требованиями Соглашения ВТО и гармонизации с системой стандартизации ЕС.

В настоящее время фонд действующих в Украине межгосударственных стандартов (ГОСТов), разработанных до 1992 г, составляет 16765. При этом большинство ГОСТов ни разу не пересматривали с момента их введения в действие и к настоящему времени многие из них потеряли свою актуальность.

Имеющийся фонд таких стандартов, подлежащих пересмотру, был распределен между Техническими комитетами по направлениям, на которые возложены функции пересмотра, разработки и согласования национальных стандартов Украины в соответствии с требованиями международных и европейских стандартов. В сварочном производстве этими проблемами занимается ТК 44 «Сварка и родственные процессы». По плану ТК 44 должен пересмотреть 156 межгосударственных стандартов. Наряду с пересмотром стандартов составлен перечень первоочередной гармонизации международных стандартов (ISO) и европейских норм (EN), касающихся сварочного производства. В случае отсутствия меж-

государственных стандартов на данный вид продукции или услуги проводят гармонизацию в соответствии с европейскими нормами (EN). В план ТК 44 по пересмотру межгосударственных стандартов вошли также стандарты, касающиеся наплавочных материалов. Одним из направлений пересмотра межгосударственных стандартов является пересмотр стандартов на наплавочные материалы.

Известно, что в СССР существовало несколько ГОСТов на различные виды наплавочных материалов: покрытые электроды — ГОСТ 10051–75; сплошную наплавочную проволоку — ГОСТ 10543–75; порошковую проволоку — ГОСТ 26101–84; на спеченные ленты — ГОСТ 22366–77; на порошки — ГОСТ 21448–75. Некоторые виды наплавочных материалов поставляли по техническим условиям.

В европейский стандарт EN 14700 «Сварочные материалы — Сварочные материалы для наплавки» включены все виды наплавочных материалов: покрытые электроды для ручной наплавки; сплошная и порошковая проволока; холоднокатанные (сплошные), порошковые и спеченные ленты; порошки; прутки.

Европейский стандарт EN 14700:2005 был подготовлен Техническим Комитетом CEN/TC 121 «Сварка». Разработкой национального межгосударственного стандарта в статусе идентичного перевода ДСТУ ГОСТ EN 14700:2008 будет заниматься ТК 44 «Сварка и родственные процессы». При отсутствии замечаний со стороны пользователей данного стандарта все межгосударственные стандарты на наплавочные материалы (покрытые электроды — ГОСТ 10051–75; сплошная наплавочная проволока — ГОСТ 10543–75; порошковая проволока — ГОСТ 26101–84; спеченные ленты — ГОСТ 22366–77; порошки — ГОСТ 21448–75), должны быть аннулированы. В связи с этим было принято решение опубликовать в журнале «Сварщик» проект ДСТУ EN 14700:2008 с целью обсуждения его заинтересованными предприятиями и организациями.

Проект ДСТУ EN 14700:2008

1. Области применения.

Европейский стандарт EN 14700:2005 относится к наплавочным материалам (сварочным материалам для наплавки). Действие стандарта распространяется на наплавку поверхностей новых деталей и заготовок (полуфабрикатов), а так же на ремонт с

помощью наплавки поверхностей деталей, которые должны противостоять механическому, химическому, тепловому или комбинированному воздействию.

Настоящий стандарт определяет требования к классификации наплавочных материалов на основании химического состава наплавленного металла

покрытых электродов, порошковой проволоки, порошковых и спеченных лент, металлических порошков или на основании химического состава сплошных проволок, сплошных лент и литых прутков.

2. Нормативные ссылки.

Следующие документы обязательны при использовании настоящего стандарта.

ДСТУ ISO 544 (ISO 544: 2003, IDT) Матеріали зварювальні. Технічні умови постачання зварювальних присадних матеріалів. Тип продукції, розміри, допуски та маркування.

ДСТУ ISO 6847:2004 (ISO 6847: 2000, IDT) Матеріали зварювальні. Наплавлення валка металу шва для хімічного аналізу.

ISO 14344 (ISO 14344:2002) Способы сварки и пайки — Способы сварки под флюсом и в среде защитных газов — Руководство по поставке присадочных материалов).

ISO 31–0:1992 Величини и единицы измерения — Часть 0: Общие принципы.

3. Классификация.

Классификация наплавочных материалов производится по двум признакам:

- а) по форме наплавочных материалов, см. раздел 4.1 и табл. 1;
- б) по химическому составу, см. раздел 4.2 и табл. 2.

4. Условные обозначения и требования.

4.1. Условные обозначения группы наплавочных материалов (табл. 1).

4.2. Условные обозначения химического состава наплавленного металла различных групп сплавов.

В табл. 2 указаны условные обозначения (символы) химического состава наплавленного металла покрытых электродов, порошковой проволоки, порошковых и спеченных лент, металлических порошков или химического состава сплошной проволоки, сплошных лент и литых прутков.

5. Типы сплавов, форма продукции, параметры и применения.

Наиболее распространенные типы наплавочных сплавов приведены в табл. 2. Типичное применение соответствующих наплавочных сплавов указывается в табл. А.1. Формы наплавочных материалов приведены в табл. А.2 и А.3. С помощью этих таблиц можно также выбрать наиболее удобный способ наплавки.

В табл. А.4 приведены некоторые детали, указаны условия их эксплуатации и приведены типы сплавов, рекомендуемых для их наплавки. С помощью этой таблицы можно также подбирать соответствующие типы наплавочных материалов и для других деталей.

6. Химический состав.

Химический анализ должен производиться на образцах сплошной проволоки, сплошных лент и литых прутков или на образцах наплавленного

Таблица 1. Условные обозначения группы наплавочных материалов

Обозначения	Название группы наплавочного материала
E	Покрытый электрод
S	Сплошная проволока или сплошной пруток
T	Порошковая проволока или порошковый пруток
R	Литой пруток
B	Сплошная лента
C	Спеченный пруток, порошковая или спеченная лента
P	Гранулированный металлический порошок
<i>Примечание. Смотри также табл. А.3.</i>	

металла (для покрытых электродов, порошковой проволоки, порошковых лент, спеченных прутков, спеченных лент и металлических порошков). Может быть использован любой метод анализа химического состава, но в случае возникновения разногласий приоритет следует отдавать рекомендуемым опубликованным методам.

7. Процедура округления результатов.

В соответствии с требованиями данного стандарта фактические результаты измерений должны быть округлены по правилам ISO 31–0:1992, Приложение В. Правило А. Если результаты измерений будут получены с использованием оборудования, у которого единицы измерений отличаются от указанных в данном стандарте, то перед округлением эти единицы должны быть преобразованы в стандартные. При использовании среднего результата по нескольким измерениям округление производится после вычисления среднего результата. При проведении испытаний по нормативным документам, упоминаемым в ссылках данного стандарта, и если эти документы содержат рекомендации по округлению результатов испытаний, то округление производится по этим рекомендациям. Округленный результат испытаний должен соответствовать требованиям данного Стандарта.

8. Повторные испытания.

Если результаты испытаний не отвечают какому-либо одному из требований, то это испытание необходимо повторить дважды. Результаты двух повторных испытаний должны отвечать соответствующим требованиям данного стандарта. Образцы для повторных испытаний можно взять из материала, на котором производилось первичное испытание, или можно использовать новый материал. При химическом анализе повторное испытание производится только по тем конкретным элементам, содержание которых не соответствовало требованиям стандарта. Если результаты одного или двух повторных испытаний будут отрицательными, то такой материал считается не отвечающим нормативным требованиям данного стандарта.

Таблица 2. Условное обозначение сплавов и их химический состав

Условное обозначение	Свойства	Массовая доля элементов, %									
		C	Cr	Ni	Mn	Mo	W	V	Nb	Другие	Основа
Fe1	p	≤0,4	≤3,5	–	0,5–3,0	≤1	≤1	≤1	–	–	Fe
Fe2	p	0,4–1,2	≤7,0	≤1,0	0,5–3,0	≤1	≤1	≤1	–	–	Fe
Fe3	s	0,2–0,5	1–8	≤5	≤3	≤4,5	≤10	≤1,5	–	Co, Si	Fe
Fe4	st(p)	0,2–1,5	2–6	≤4	≤3	≤10	≤19	≤4	–	Co, Ti	Fe
Fe5	cpstw	≤0,5	≤0,1	17–22	≤1	3–5	–	–	–	Co, Al	Fe
Fe6	gps	≤2,5	≤10	–	≤3	≤3	–	–	≤10	Ti	Fe
Fe7	cpt	≤0,2	4–30	≤6	≤3	≤2	–	≤1	≤1	Si	Fe
Fe8	apt	0,2–2	5–18	–	0,3–3	≤4,5	≤2	≤2	≤10	Si, Ti	Fe
Fe9	k(n)p	0,3–1,2	≤19	≤3	11–18	≤2	–	≤1	–	Ti	Fe
Fe10	ck(n)pz	≤0,25	17–22	7–11	3–8	≤1,5	–	–	≤1,5	Si	Fe
Fe11	cnz	≤0,3	18–31	8–20	≤3	≤4	–	–	≤1,5	Cu	Fe
Fe12	c(n)z	≤0,08	17–26	9–26	0,5–3	≤4	–	–	≤1,5	–	Fe
Fe13	g	≤1,5	≤6,5	≤4	0,5–3	≤4	–	–	–	B, Ti	Fe
Fe14	g(c)	1,5–4,5	25–40	≤4	0,5–3	≤4	–	–	–	–	Fe
Fe15	g	4,5–5,5	20–40	≤4	0,5–3	≤2	–	–	≤10	B	Fe
Fe16	gz	4–7,5	10–40	–	≤3	≤9	≤8	≤10	≤10	B, Co	Fe
Fe20	cgztz	*	–	–	–	–	–	–	–	–	Fe
Ni1	cpt	≤1	15–30	Основа	0,3–1	≤6	≤2	≤1	–	Si, Fe, B	Ni
Ni2	ckptz	≤0,1	15–30	Основа	≤1,5	≤28	≤8	≤1	≤4	Co, Si, Ti	Ni
Ni3	cpt	≤1	1–15	Основа	0,3–1	≤6	≤2	≤1	–	Si, Fe, B	Ni
Ni4	ckptz	≤0,1	1–15	Основа	≤1,5	≤28	≤8	≤1	≤4	Co, Si, Ti	Ni
Ni20	cgztz	*	–	–	–	–	–	–	–	–	Ni
Co1	cktz	≤0,6	20–30	≤10	0,1–2	≤10	≤15	–	≤1	Fe	Co
Co2	t z(c)(s)	0,6–3	20–35	≤4	0,1–2	–	4–10	–	–	Fe	Co
Co3	t z (c)(s)	1–3	20–35	≤4	≤2	≤1	6–14	–	–	Fe	Co
Cu1	c(n)	–	–	≤6	≤15	–	–	–	–	Al, Fe, Sn	Cu
Al 1	cn	–	–	10–35	≤0,5	–	–	–	–	Cu, Si	Al
Cr1	cg	1–5	Основа	–	≤1	–	–	15–30	–	Fe, B, Si, Zr	Cr

Примечание. 1. с — коррозионная стойкость; p — немагнитный материал; t — термостойкость; g — абразивная износостойкость; p — ударная стойкость; z — стойкость против сколов; k — упрочнение при эксплуатации; s — сохранение режущей кромки; w — дисперсионное твердение; () — приведенные в скобках свойства могут относиться не ко всем сплавам этого типа. 2. Сплавы, которые не включены в эту таблицу, но имеющие аналогичное обозначение, должны быть помечены буквой Z впереди обозначения. 3. * Твердый материал — плавный карбид вольфрама или карбид вольфрама дробленый или сферический.

В случае, если при подготовке или после завершения любого испытания четко определено, что при подготовке материала или образца (образцов) к испытаниям или при проведении испытания не соблюдались предписанные процедуры, то испытание считается недействительным, независимо от того, было ли испытание уже выполнено, и от того, отвечают или нет нормативным требованиям результаты испытания. Это испытание должно быть повторено с соблюдением всех надлежащих процедур. В этом случае требование по проведению двух повторных испытаний не применяется.

9. Технические условия поставки.

Технические условия поставки наплавочных материалов должны соответствовать требованиям

ДСТУ ISO 544 и ISO 14344. Требования для порошковых лент, спеченных прутков и лент, так же как и для литых прутков и гранулированных металлических порошков определяются отдельно.

10. Обозначение.

Обозначение наплавочных материалов должно соответствовать правилам, приведенным ниже в примерах.

Пример 1. Сплошная проволока (S) для дуговой сварки в среде защитных газов, с химическим составом в пределах сплава типа Fe7 по табл. 2 — сплошная проволока ДСТУ ГОСТ EN 14700 S Fe7, где EN — номер стандарта; S — условное обозначение группы наплавочного материала (см. табл. 1); Fe7 — условное обозначение сплава (см. табл. 2).

Пример 2. Порошковая проволока (Т) для дуговой сварки в среде защитных газов, с химическим составом в пределах сплава типа Fe9 по табл. 2 — порошковая проволока ДСТУ ГОСТ EN 14700 T Fe9,

где EN — номер стандарта; Т — условное обозначение группы наплавочного материала (см. табл. 1); Fe9 — условное обозначение сплава (см. табл. 2).

Приложение А (информативное)

Обозначение и свойства наплавочных материалов

Таблица А.1. Свойства сплавов различных типов, их структура и твердость

Условное обозначение	Свойства							Микроструктура или сплав	Твердость	
	Механические		Термические		Коррозионная стойкость	Трещиностойкость	Обрабатываемость		HV	HRC ₃
	Сопротивление трению	Сопротивление ударам	Сопротивление высокотемпературному воздействию	Сопротивление термическим ударам						
Fe1	3 или 4	2 или 3	4	4	4	1	1	Ферритная/мартенситная	150–450	–
Fe2	3 или 4	2	4	4	4	2	3	Мартенситная	–	30–58
Fe3	3	2	2	2	3	2	2	Мартенситная (карбиды)	–	40–55
Fe4	2	2 или 3	1 или 2	1 или 2	3	2 или 3	3 или 4	Мартенситная + карбиды	–	55–65
Fe5	2	1	1	1	2	1	1	Мартенситная	–	30–40
Fe6	1	1	2 или 3	2 или 3	4	2 или 3	3 или 4	Мартенситная + карбиды	–	48–55 ^{а)}
Fe7	2	2	1 или 2	1 или 2	1 или 2	1	1 или 2	Ферритная/мартенситная	250–450	–
Fe8	1 или 2	1 или 2	4	4	3	2 или 3	3 или 4	Мартенситная + карбиды	–	50–65
Fe9	4	1	4	4	2 или 3	1 или 2	3	Аустенитная	200–250	40–50 ^{б)}
Fe10	4	1	1 или 2	1	2	1	2		180–200	38–42 ^{б)}
Fe11	4	3	1	4	1	1	1		–	–
Fe12	4	3	1	4	1	1	1		150–250	–
Fe13	1	4	2	4	4	4	4	Мартенситная/аустенитная+FeB	–	55–65
Fe14	1	3 или 4	3	4	2	4	4	Мартенситная/аустенитная + карбиды	–	40–60
Fe15	1	4	2	4	3	4	4		–	55–65
Fe16	1	4	1	4	3	4	4		–	60–70
Fe20	1	3	3	4	3	4	4	Твердые включения в Fe-матрице	1500–2800 HV (твердый материал)	50–60 (матрица)
Ni1	1 или 2	2 или 3	2	3	2	3	3	Сплав на основе Ni	–	45–60
Ni2	2 или 3	2	1	1	2	1	2		200–400	–
Ni3	2	2 или 3	2	3	2	2	2		–	45–60
Ni4	2 или 3	2	2	1	2	1	2		200–400	–
Ni20	1	2	2	3	2	1 или 2	4	Твердые включения в Fe-матрице	1500–2800 HV (твердый материал)	45–55 (матрица)
Co1	2 или 3	1	1	1 или 2	1	1	1	Сплав на основе Co	250–350	40–45 ^{б)}
Co2	1 или 2	2 или 3	1	1 или 2	2	2 или 3	3 или 4		–	35–50
Co3	1 или 2	2 или 3	1	1 или 2	2	2 или 3	3 или 4		–	45–60
Cu1	3 или 4	2 или 3	4	4	1	2 или 3	2	CuAl-сплав	200–400	–
Al 1	1	3	4	4	2	2 или 3	3	α-твердый раствор + интерметаллидная фаза	150–300HV	–
Cr1	1	3	3	3	1	2 или 3	3 или 4	Аустенит + включения	600–700 HV	–

Примечание. Критерии свойств: 1 — отлично; 2 — хорошо; 3 — приемлемо; 4 — неприемлемо; а) — после искусственного старения при 480 °С 3-4 ч; б) — после упрочнения в процессе эксплуатации.

Таблица А.2. Формы производства наплавочных материалов

Условное обозначение	Порошковая проволока или порошковый пруток	Порошковая лента	Сплошная или спеченная лента	Сплошная проволока, сплошной пруток	Спеченный пруток	Покрытый электрод	Литой пруток	Металлический порошок
Fe1	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe2	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe3	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe4	●	■	■	●	—	●	—	—
Fe5	●	■	■	●	—	●	—	■
Fe6	●	●	—	—	—	■	—	—
Fe7	●	●	●	●	—	●	—	●
Fe8	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe9	●	●	●	—	—	●	—	—
Fe10	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe11	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe12	●	●	●	●	—	●	—	—
Fe13	●	—	—	—	—	■	—	—
Fe14	●	■	●	—	—	●	—	—
Fe15	●	—	—	—	—	●	—	—
Fe16	●	—	—	—	—	●	—	—
Fe20	●	—	—	●	●	●	●	—
Ni1	●	—	—	●	—	●	—	●
Ni2	●	—	—	●	—	●	—	●
Ni3	●	—	—	●	—	●	—	●
Ni4	●	—	—	●	—	●	—	●
Ni20	●	—	—	—	●	●	●	●
Co1	●	—	■	●	—	●	●	●
Co2	●	—	■	●	—	●	●	●
Co3	●	—	■	●	—	●	●	●
Cu1	●	—	—	●	—	●	—	●
Al1	●	■	—	—	—	—	—	●
Cr1	—	—	—	—	■	—	—	●

Примечание. ● — промышленное производство; ■ — производство возможно; — — не производится.

Таблица А.3. Группы наплавочных материалов и применяемые процессы наплавки

Наплавочный материал	Процесс наплавки (сварки) — Обозначение согласно стандарту ISO 4063									
	111	131/135	136/137	114	141	121/122	72	15	52	311
Покрытый электрод	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Литой пруток	—	—	—	—	●	—	—	■	—	●
Сплошная проволока	—	●	—	—	●	●	—	●	●	●
Сплошной пруток	—	—	—	—	●	—	—	—	●	●
Сплошная лента	—	■	—	—	●	●	●	●	■	—
Порошковые проволоки	—	—	●	●	●	●	■	●	●	—
Порошковые ленты	—	—	■	—	■	●	■	■	—	—
Порошковый пруток	—	—	—	—	●	—	—	—	—	●
Спеченная лента	—	■	—	—	●	●	●	●	■	—
Спеченный пруток	—	—	—	—	●	—	—	—	—	●
Металлический порошок	—	—	—	—	—	—	—	●	●	●

Примечание. 15 — плазменная наплавка (Plasma arc welding); 52 — лазерная наплавка (Laser welding); 72 — электрошлаковая наплавка (Electroslag welding); 111 — ручная дуговая наплавка покрытыми электродами (Manual metal arc welding (metal arc welding with covered electrode)); 114 — дуговая наплавка самозащитной порошковой проволокой (Self-shielded tubular-cored arc welding); 121 — дуговая наплавка под флюсом (Submerged arc welding); 122 — дуговая наплавка под флюсом ленточным электродом (Submerged arc welding with strip electrode); 131 — дуговая наплавка плавящимся электродом в инертных газах (Metal inert gas welding (MIG welding)); 135 — дуговая наплавка в активных газах (Metal active gas welding (MAG welding)); 136 — дуговая наплавка порошковыми проволоками или лентами в среде активных газов (Tubular cored metal arc welding with active gas shield); 137 — дуговая наплавка порошковыми проволоками или лентами в среде инертных газов (Tubular cored metal arc welding with inert gas shield); 141 — дуговая наплавка неплавящимся электродом в среде инертных газов (Tungsten inert gas welding (TIG welding)); 311 — газовая наплавка (Oxy-acetylene welding); ● — используется в производстве; ■ — использование возможно; — — не используется

Таблица А.4. Примеры применения наплавочных материалов

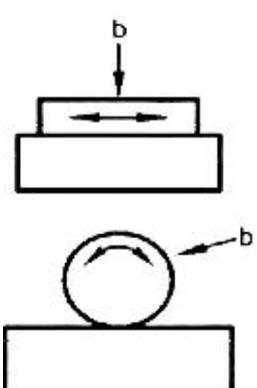
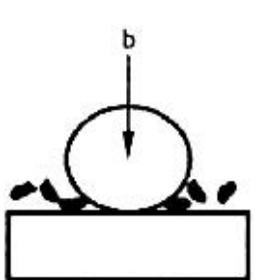
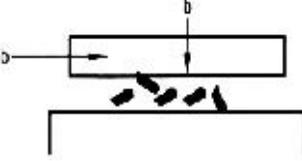
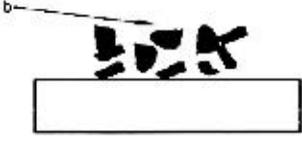
Вид контактного взаимодействия	Вид изнашивания	Примеры наплавленных деталей	Условное обозначение рекомендуемого сплава (согласно табл. 2)
<p>Твердое тело — твердое тело</p> <p>Трение твердых тел</p> <p>Граничное трение</p> <p>Смешанное трение (в направлении изнашивания)</p> 	Усталостный износ; ударный износ	Направляющие, рельсы	Fe1, Fe2, Fe3, Cu1
		Кузнечный молот	Fe9, Fe10, Al 1, Ni2, Ni4
		Коромысло клапана, кулачки	Fe1, Fe2, Fe3
	Износ при трении качения и скольжения	Трамвайные рельсы, стрелочные переводы	Fe9, Fe10
		Крановые и ж/д колеса	Fe1, Fe2, Fe3, Fe9
		Железнодорожные рельсы	Fe1, Fe9, Fe10
	Износ при трении качения с ударами; термическая усталость	Ролики МНЛЗ	Fe7
		Ролики рольгангов	Fe3, Fe6, Fe7, Fe8
		Ведущие ролики, барабаны моталок	Fe3
		Ковочные и прессовые штампы	Fe3, Fe4, Fe6, Fe8, Co1, Co2, Co3, Ni2, Ni4
	Износ при холодном трении скольжения с ударами	Ножи холодной резки, обрезные штампы	Fe4, Fe5, Fe8, Co1, Co2, Co3
		Износ при трении скольжения с ударами при высоких температурах	Ножи горячей резки
Штампы, штамповая оснастка	Fe4, Fe3, Co2, Ni2, Ni4		
<p>Твердое тело — твердое тело с прослойкой абразива</p> 	Износ при трении скольжения с абразивной прослойкой и ударами различной интенсивности	Щековая дробилка, била молотковых дробилок	Fe6, Fe8, Fe9, Fe14
		Лопасты мешалки	Fe6, Fe8, Fe9
		Детали дробилок	Fe6, Fe8, Fe9, Fe13, Fe14, Fe15
		Бандажи для роликов цементной дробилки	Fe6, Fe8
		Детали мельниц для размола руды и угля	Fe6, Fe8, Fe13, Fe14, Fe15, Fe16
		Колосники, грохота	Fe13, Fe14, Fe15
		Молотки мельниц	Fe8, Fe13, Fe14, Fe15
		Износостойкие листы	Fe13, Fe14, Fe15
Твердые абразивные частицы, высокое поверхностное давление, удары	Износ при скольжении абразива по наплавленной поверхности с ударами различной интенсивности	Лемехи плугов, ножи строительных и дорожных машин	Fe15, Fe20, Ni20
		Бункеры, течи, желоба	Fe14, Fe15, Fe20, Ni20
		Износостойкие листы	Fe14, Fe15, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, Ni20

Таблица А.4. Примеры применения наплавочных материалов (продолжение)

Вид контактного взаимодействия	Вид изнашивания	Примеры наплавленных деталей	Условное обозначение рекомендуемого сплава (согласно табл. 2)
Твердое тело — твердое тело с прослойкой абразива, высокое поверхностное давление 	Износ резанием абразивными частицами	Детали экструдеров	Fe14, Fe15, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20, Co2, Co3, Cr1
		Червяки, шнеки конвейеров	Fe14, Fe15, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20, Co2, Cr1
		Ножи, детали ковшей строительных и дорожных машин	Fe15, Fe20, Ni20
		Зубья рыхлителей, рабочие органы культиваторов	Fe6, Fe2, Fe8
		Лемехи плугов	Fe2, Fe6, Fe8, Fe20, Ni20,
		Детали смесителей	Fe6, Fe8, Fe14, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20
		Детали кирпичных прессов	Fe6, Fe8, Fe14, Ni1, Ni3
		Детали мельниц	Fe14
Твердые частицы в потоке газа 	Газоабразивный износ, $T \geq 500 \text{ } ^\circ\text{C}$	Клапаны доменных печей	Fe6, Fe7, Fe8
		Контактный пояс конуса и чаши доменной печи	Fe6, Fe3, Fe8(Fe16)
		Детали загрузочных устройств доменной печи	Fe15, Fe16
		Детали нагревательных печей	Fe7, Co1, Co2
		Детали вентиляторов, эксгаустеров	Fe10, Fe15, Fe16, Fe20, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, Ni20
		Детали дробилок, грохота	Fe15, Fe16
		Рабочие колеса насосов, износостойкие листы	Fe14, Fe15, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20
Твердые частицы в потоке воды 	Гидроабразивный износ; кавитация	Детали пульпопроводов, износостойкие листы	Fe14, Fe15
		Детали драг, землечерпалок, земснарядов	Fe6, Fe8
		Детали насосов по перекачке жидкостей	Fe6, Fe7, Fe8, Ni1, Ni3
		Детали смесителей	Fe6, Fe7, Fe8
	Коррозия; эрозия	Лопасты гребных винтов	Cu1
		Водяная турбина	Fe7, Cu1
Твердое тело — жидкость	Коррозия	Химическое оборудование	Fe7, Fe11, Fe12
		Детали запорной арматуры морских судов	Fe7, Co1, Co2, Co3

Как видно из приведенного текста, в проекте стандарта ДСТУ ГОСТ EN 14700 не указывается химический состав отдельных марок наплавочных материалов, а дается только тип наплавленного металла. Химический состав конкретных марок должен приводиться в Технических условиях производителя наплавочных материалов. В стандарте есть также рекомендации по технологии наплавки и по использованию каждого типа наплавленного металла для упрочнения конкретных деталей. Требования по упаковке, транспортировке, хранению, методам контроля, в отличие от ГОСТов, в этом стандарте не

приводятся. Все они приведены в других европейских и международных стандартах. Европейский Комитет Стандартизации утвердил стандарт EN 14700 8 апреля 2005 г., и с этого момента он должен обязательно соблюдаться всеми странами — членами ЕС. Необходимо заметить, что Европейский Комитет Стандартизации признает такой стандарт официальным и действующим в Украине и других странах СНГ, если его перевод на украинский (русский) язык будет полностью идентичен тексту стандарта EN 14700 на одном из трех официальных языков ЕС — английском, французском, немецком. ● #825

Книги издательства «Экотехнология»

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

Рассмотрены основные способы плазменной наплавки: плазменной струей с токоведущей присадочной проволокой, плазменной дугой с нейтральной и токоведущей проволоками, плазменной дугой горячей проволокой, плазменной дугой плавящимся электродом. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом.

Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, исследованы технологические особенности плазменной наплавки, приведена методика выбора режимов плазменно-порошковой наплавки и примеры наплавки ряда характерных деталей. Представлены сведения об оборудовании для плазменной наплавки, рассмотрены конструкции основных узлов установок и даны их характеристики.



Г. И. Лашченко. **Способы дуговой сварки плавящимся электродом (применительно к сварке сталей).** 2006. — 384 с.

Рассмотрены структурные схемы способов дуговой сварки сталей плавящимся электродом (ДСПЭ) и общие вопросы свариваемости сталей. Изложены современные представления об энергетической эффективности процесса, формировании швов, производительности и энергетических показателях ДСПЭ. Приведены современные способы сварки с применением различных защитных сред. Обобщены способы сварки, позволяющие регулировать тепловложение в свариваемое изделие. Описаны способы, улучшающие формирование шва и повышающие производительность сварки. Приведены сведения о гибридных и комбинированных способах ДСПЭ.

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

Викладено матеріали за навчальною програмою дисципліни «Газотермічна обробка матеріалів» нормативної частини освітньо-професійної підготовки бакалаврів напряму «Зварювання» проекту ГСВО України. Наведено відомості про гази, які використовуються при газотермічній обробці матеріалів; апаратура та обладнання, що застосовуються для газопостачання дільниць газотермічної обробки матеріалів. Розглянуто суть газового зварювання та паяння, газотермічного різання металів, газотермічного нанесення покриттів та обробки поверхонь з урахуванням сучасних досягнень у галузі газотермічної обробки різних матеріалів і виробництва обладнання.



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

Представлены основное энергетическое оборудование и типичные повреждения сварных соединений. Рассмотрены особенности поведения сварных соединений в различных условиях. Описаны технологии восстановления поврежденного энергетического оборудования: трубопроводов, корпусных деталей, паровой арматуры, барабанов. Приведены оборудование и материалы для термической обработки сварных соединений. В зависимости от вида оборудования изложены технологии термической обработки. Освещены вопросы качества, представлены средства контроля — приборы, материалы, технология измерения параметров.

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

Приведены современные данные об основах физики и технологий резки конструкционных материалов с применением различных методов термической и дистанционной резки: кислородной, плазменной, лазерной, водоструйной, взрывом, электронно-лучевой, ультразвуковой, солнечной-лучевой, электроэрозионной. Описано оборудование для данных методов, даны сведения по технике безопасности, освещен опыт их промышленного применения.

Рассмотрены специальные термические и дистанционные технологии резки, приведены сведения по некоторым специальным технологиям механической резки.

Подписчикам журнала «Сварщик» на все книги издательства «Экотехнология» предоставляется скидка 10%. При заказе книг необходимо представить копию квитанции о подписке. Талон-заказ размещен на стр. 52.



Проблемы компетентности персонала в системе управления качеством сварочного производства (обзор)

Л. М. Лобанов, академик НАН Украины, Ю. К. Бондаренко, канд. техн. наук, А. В. Ярцев, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Повышение качества и конкурентоспособности отечественной продукции — проблема актуальная. Низкий уровень качества продукции приводит к снижению доли продукции национального производства на внутреннем и внешнем рынках. В некоторых отраслях экономики, например в энергетике, низкое качество — это опасность для жизни, здоровья и имущества потребителей, опасность для окружающей среды.

Как свидетельствует опыт развития рыночной экономики, успешное решение проблемы повышения качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции (услуг) зависит от эффективности системы организации и управления производством. Критерием для эффективного производства высококачественной продукции (услуг) должна быть признаваемая на внешнем рынке система управления качеством (СУК), сертифицированная на соответствие международным стандартам ISO серии 9000. Необходимым условием для достижения высокого уровня конкурентоспособности сварочного производства является высокая квалификация, компетентность и заинтересованность персонала сварочного производства.

К сожалению, руководители большинства отечественных предприятий не уделяют достаточного внимания повышению квалификации персонала. Многие из них считают, что в условиях высокого уровня безработицы легче нанять работников необходимой квалификации, чем организовывать их обучение. Вне сомнения, такой подход — одна из причин сложного состояния отечественной экономики. Ведь как свидетельствует опыт многих предприятий, даже значительные инвестиции не будут эффективными, если они не подкреплены высокой квалификацией персонала. Самое современное оборудование и передовые технологии не могут гарантировать конкурентоспособности предприятия, если их не будет использовать соответственно подготовленный персонал.

Без решения проблемы обеспечения обучения, компетентности и мотивации персонала невозможно иметь действующую и эффективную систему управления качеством при производстве сварных конструкций.

Развитие системы внутреннего обучения на отечественных предприятиях сдерживает целый ряд причин. Считается, что обучение персонала (особенно рабочих) должно ограничиваться только выполнением ими своих непосредственных обязанностей. Кроме того, много предприятий реально управляют только отдельными видами обучения: участие во внешних учебных курсах, обучение технике безопасности и т. п. При этом фактически игнорируются другие формы повышения квалификации персонала. Некоторые руководители предприятий даже утверждают, что отсутствие системы обучения является их конкурентным преимуществом, поскольку свидетельствует о высокой подготовке персонала.

Желательно, чтобы руководство предприятия уделяло внимание всем формам обучения, планировало их проведение, регистрировало результаты, учитывало участие в обучении при определении кандидатов на повышение и вознаграждение. При таком подходе предприятие может реализовать один из базовых принципов современного управления качеством: принцип «постоянного обучения». Действительно, практически каждый работник предприятия на протяжении года получает новые знания и умения. Проблема заключается в том, управляет ли предприятие процессами получения новых знаний или они приобретаются «в рабочем порядке». Во втором случае предприятие не может гарантировать эффективного использования приобретенной информации или опыта для повышения конкурентоспособности продукции.

Большинство зарубежных предприятий учитывает не часть сотрудников, прошедших обучение на протяжении года (обычный подход отечественных предприятий — «ежегодно 30% работников проходят обучение»), а количество часов обучения на одного работника на протяжении года («в среднем каждый работник за прошлый год проходил обучение на протяжении 30 ч»). Ведь фраза «ежегодно 30% работников проходят обучение» значит, что 70% работников в конце года умели делать только то, что и в начале года. А это в условиях конкурентной экономики и быстрых изменений на рынке, может стать причиной значительного отставания предприятия от конкурентов и потери им своих позиций.

Важно, чтобы разные формы обучения охватывали все категории персонала, от высшего руководства до рядовых исполнителей. Часто руководители отечественных предприятий утверждают, что их рабочие не нуждаются в обучении, поскольку они постоянно выполняют одинаковые несложные операции. Но, как свидетельствует опыт ведущих зарубежных предприятий, даже для таких категорий персонала может быть полезным проведение обучения по различной тематике. При определении тем обучения надо исходить из того, что они не только должны обеспечить способность каждого работника выполнять свои служебные обязанности, но и поддерживать активность и творчество персонала, стимулировать поиск путей усовершенствования, повышать удовлетворенность персонала, содействовать осознанию каждым работником себя членом команды. Обучение можно рассматривать как один из каналов диалога между руководством и персоналом: оно должно оказывать содействие выработке общего взгляда на проблемы обеспечения качества на предприятии и перспективы его развития.

Поэтому для любой категории персонала может быть проведено обучение по определенным темам (рис. 1). Одним из основных источников информации для планирования обучения должен стать анализ общих планов развития и усовершенствования деятельности по обеспечению качества продукции на предприятии. Для любого изменения или усовершенствования (как в производственной, так и в непромышленной сфере) необходимо определять, на какие категории персонала оно влияет и какое обучение или информирование необходимо для этих категорий персонала (рис. 2).

На многих предприятиях считается, что квалифицированные сотрудники должны самостоятельно определять необходимые изменения в своей работе при общих усовершенствованиях в работе предприятия. В этой связи можно привести такой аргумент. За последние десятилетия ряд специалистов в области качества (в США, Японии, Европе) проводили исследование во многих организациях: какой процент дефектов, несоответствий, ошибок и т. п. вызван действиями конкретных исполнителей, а какой процент является следствием несовершенной системы производства. Во всех исследованиях доля ошибок по вине исполнителей не превышала 20%, остальное — по вине системы. Главной причиной ошибок по ви-



Рис. 1. Система обучения персонала в сварочном производстве



Рис. 2. Схема выбора форм обучения персонала сварочного производства

не системы было то, что исполнителям четко не объяснили, что именно и как они должны выполнять свою работу. Для уменьшения этой доли ошибок и целесообразно внедрить систему обучения при любом изменении в деятельности предприятия.

Одним из источников информации для планирования обучения является сбор предложений и пожеланий персонала. Для этого могут быть использованы как текущие заявки, которые подают сотрудники, так и результаты специальных исследований, анкетирования и внутреннего аудита. При проведении анкетирования с целью сбора пожеланий относительно возможных форм, тем обучения и предложений по улучшению сварочного производства (как отдельного, так и в рамках общего анкетного исследования) необходимо одновременно проинформировать сотрудников относительно основных приоритетных направлений совершенствования деятельности предприятия и обучения на следующий плановый период. Это позволит более четко согласовать предложения каждого отдельного работника с потребностями предприятия. Если предложения персонала не совпадают с планами предприятия, необходимо внимательно изучить и проанализировать их, по возможности хотя бы частично удовлетворить.

Большинство видов обучения должно быть добровольным, в ином случае обучение будет неэффективным. При этом участие в обучении должно стимулироваться. В первую очередь, его можно использовать как один из основных показателей при определении кандидатов на служебное повышение или на получение вознаграждения (например, «Лучший сотрудник года»).

Важным моментом, который может сделать планирование обучения более эффективным, является анализ эффективности используемых форм обучения. Могут быть использованы такие методы:

- немедленная оценка состояния производства со стороны сотрудников, которые прошли обучение (например, путем заполнения анкет с оценкой общего уровня СУК, обучения, уровня преподавания и т. п.);
- оценка через определенный период сотрудниками, которые прошли обучение, или их руководителями (при этом анализируют, были ли использованы результаты обучения в практической работе, как они повлияли на общие показатели деятельности предприятия).

По результатам принимают решения о развитии или сворачивании определенных видов и форм обучения, а также определяют эффективность работы подразделений.

Необходимым условием для удовлетворения потребностей общества, работников, собственников и поставщиков является высокий уровень СУК. Поэтому стандарт ISO 9001–2000 фокусирует внима-

ние предприятия на удовлетворении потребностей потребителя.

Известный специалист в области СУК Тито Конти утверждает, что прогресс в управлении качеством требует дальнейшего преодоления искусственного противостояния стандартов и моделей всеобщего управления на основе качества. Необходима как стандартизация, так и дифференциация и эволюция моделей качества, которые должны учитывать и то и другое. Производство требует строгих правил, испытательная деятельность — общего управления.

Отличительной особенностью стандартов серии ДСТУ ISO 9000–2001 является требование реализации в СУК как принципов «Всеобщего управления качеством» (TQM), так и *процессного подхода* в рамках системы управления качеством продукции (услуг).

В стандартах серии ISO 9000, описывающих систему управления качеством, сварку рассматривают как «специальный процесс», потому что требуемое стандартами качество сварных соединений не может быть определено только последующим (окончательным) контролем и испытаниями изготовленной продукции. Его необходимо обеспечивать и контролировать в процессе изготовления. Даже самый всесторонний и тщательный неразрушающий контроль на завершающей стадии производства не может улучшить качество сварных швов.

Неправильный выбор основного и сварочных материалов может вызвать в процессе сварки появление трещин. Во избежание этих и других дефектов, технология сварки должна быть правильно разработана и подтверждена на соответствие стандартам серии ДСТУ 3951–2000 (ISO 9956) «Технические условия и процедура подтверждения соответствия технологических процессов сварки металлических материалов» (части 1, 2, 3).

Для достижения необходимого качества в сварочном производстве необходимо ввести в действие систему управления качеством в соответствии с требованиями ДСТУ ISO 9001–2001. Ее эффективность повышают, применяя ДСТУ ISO 9004–2001.

В процедурах (структуре и функциях) системы управления качеством необходимо отразить не только процессы управления качеством продукции — услуги на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) — но и взаимодействие этих процессов на основе связывающих их материальных, информационных и финансовых потоков.

Одним из условий эффективного функционирования системы управления качеством продукции и информационного взаимодействия участников поддержки ЖЦ продукции (услуги) является наличие интегрированной информационной системы (ИИС) сбора и анализа статистической информации о качестве продукции (услуги) на всех этапах ее жизненного цикла.

Участие в свободном рынке основывается на взаимном доверии, гарантирующем добросовест-

ный обмен товарами и услугами. Обеспечить это доверие помогает оценка соответствия продукции и персонала, поскольку представляет собой действенный инструмент подтверждения требований к качеству, эксплуатационным характеристикам и другим параметрам.

В Украине подготовлен ряд национальных стандартов, гармонизированных с международными и европейскими нормативными документами. Эти стандарты позволяют определить и установить необходимое качество сварки, а также обеспечить его в процессе производства или ремонтных работ. Это прежде всего стандарты серии ДСТУ ISO 3834–2001 «Требования к качеству сварки. Сварка плавлением металлических материалов», подготовленные Техническим комитетом по стандартизации ТК 44 «Сварка и родственные процессы». Стандарты введены в действие с 1 января 2003 г. Один из важнейших — ДСТУ ISO 17637:2003 «Неразрушающий контроль сварных швов. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением». Готовится к введению ДСТУ ISO 5817 «Сварка. Сварные соединения стали, никеля, титана и их сплавов, выполненные сваркой плавлением (за исключением лучевой сварки). Уровни качества по дефектам». Особое внимание уделяется внедрению стандартов по обеспечению соответствия квалификации персонала и его эффективному взаимодействию в системе менеджмента качества производства и ремонта сварных конструкций.

Стандарты серии ДСТУ ISO 3834 конкретизируют требования стандартов серии ДСТУ ISO 9000 применительно к сварочному производству и вводят критерии оценки средств достижения установленного качества в систему управления производством для предприятий, выполняющих сварочно-монтажные работы (услуги).

Выполнение требований стандартов серии ДСТУ ISO 9000 и ДСТУ ISO 3834 в сварочном производстве невозможно без внедрения на производстве стандарта ISO 14731:1997 (EN 719:1994) «Координация сварочных работ. Задачи и ответственность». Этот стандарт конкретизирует требования к координации сварочных работ на производстве и содержит рекомендации по выполнению этих требований (рис. 3).

Согласно ISO 14731:1997, задачи и ответственность персонала, деятельность которого относится к сварке (включая планирование, руководство, надзор и контроль),



должны быть четко определены в должностных инструкциях.

В производстве или при ремонте конструкций координацию сварочных работ может выполнять одно или несколько должностных лиц. Требования к координации сварочных работ может устанавливать изготовитель по контракту или стандарт на продукцию.

В стандарте введен термин «персонал для координации сварочных работ» (персонал, который отвечает за производственные операции по сварке и деятельность, связанную со сваркой, компетентность и знания которого подтверждены обучением, образованием и/или соответствующим производственным опытом).

Приведенную в стандарте систему можно использовать на производстве как руководство по распределению задач и ответственности между персоналом, координирующим сварочные работы. Она может быть дополнена при наличии специальных требований заказчика к качеству и безопасности ответственной конструкции.

Рис. 3. Алгоритм эффективной координации сварочных работ при производстве сварных конструкций (согласно ISO 14731:1997 и ДСТУ ISO 9000–2001) по системе управления качеством

Ответственному за координацию не обязательно анализировать все сферы деятельности производства или все требования системы качества. Выбор должен быть сделан, исходя из технологии производства конкретной конструкции. Например, в тех случаях, когда не применяют разрушающие испытания, сферы деятельности, предусмотренные в пункте 1.8.2 таблицы стандарта, учитывают частично.

Каждая сфера деятельности на производстве должна включать ряд задач, которые обеспечивают:

- технические условия или подготовку производства;
- координацию сварочно-монтажных работ;
- управление технологическими процессами;
- проведение неразрушающего и/или разрушающего контроля;
- проверку либо освидетельствование готовых изделий или конструкций.

В случаях, когда координацию выполняет несколько должностных лиц, задачи и ответственность должны быть распределены между ними в соответствии с должностными инструкциями и спецификой технологических процессов.

Изготовитель (поставщик) назначает соответствующим приказом по меньшей мере одного ответственного координатора сварочных работ с правом подписи специальных документов по сварке (технологических инструкций, протоколов испытаний и т. д.).

За координацию сварочных работ должно отвечать производственное подразделение, выполняющее технические услуги. При некоторых видах производственной деятельности координацию может выполнять субподрядчик. Поэтому деятельность по координации сварочных работ предусматривают в договоре на изготовление (монтаж) сварной конструкции.

В должностные инструкции для персонала, координирующего сварку, необходимо включать конкретные задачи. Здесь же должна быть определена ответственность за выполненную работу.

Идентификация определенных задач при изготовлении конкретной продукции влечет идентификацию должностных функций и ответственности специалистов предприятия.

В должностных инструкциях определяют:

- должность, которую должен занимать работник, занимающийся координацией в производственной организации;
- пределы полномочий специалистов в принятии решений и право подписи соответствующих документов от имени производственной организации (например, документация по технологическим процессам, протоколы технического надзора);
- пределы полномочий при выполнении специалистами определенных задач.

Персонал, координирующий сварочные работы, должен иметь соответствующие технические знания, которые достаточны для удовлетворительного

выполнения своих функций в полном объеме поставленных задач. Осуществлять координацию должны специалисты, аттестованные по специальной программе, в которой должны быть рассмотрены следующие составляющие компетентности:

- общие технические знания;
- специальные технические знания, относящиеся к определенным технологическим задачам (могут быть достигнуты при сочетании теоретических знаний, обучения и/или практического опыта);
- принципы системы управления качеством в производстве.

Объем требуемого производственного опыта, образования и технических знаний должен быть установлен аттестующей организацией. Он зависит от конкретных задач и ответственности специалистов на предприятии.

Обычно уполномоченный сотрудник по координации работ, имеющий право подписи специальных документов, должен быть назначен для каждой из выделенных на производстве сфер деятельности (*таблица*). Количество назначенных будет зависеть от вида и/или сложности выпускаемой продукции. При этом необходимо, чтобы назначаемый имел опыт соответствующей производственной работы не менее трех лет.

Одной из основных проблем при построении системы управления качеством является *определение задач и ответственности, которые направлены на обеспечение качества продукции (услуг)*, поэтому они включены в координацию деятельности, связанной со сваркой. Также очень важен правильный выбор и применение измерительного оборудования, инструментов и сварочных шаблонов в соответствии с ДСТУ ISO 17637–2004.

В систему нормативного обеспечения для оценки соответствия персонала, непосредственно выполняющего сварку и влияющего на ход технологического процесса, качество продукции, входят следующие стандарты: ISO серии 9606, ISO 14732, ДСТУ 2944–94 (EN 287–1), ДСТУ 2945–94 (EN 287–2).

Необходимо отметить, что ISO 9606 состоит из следующих частей под общим названием «*Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением*»:

Часть 1: Стали.

Часть 2: Алюминий и сплавы алюминия.

Часть 3: Медь и сплавы меди.

Часть 4: Никель и сплавы никеля.

Часть 5: Титан и сплавы титана, цирконий и сплавы циркония.

Часть 6: Магний и сплавы магния.

Проект национального стандарта Украины ДСТУ ISO 9606–3 «Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 3. Медь и медные сплавы» гармонизирован в Институте электросварки с целью внедрения в Украине международных требований стандарта ISO 9606–3:1999.

Таблица. Сферы деятельности, которые целесообразно учитывать при координации сварочных работ на производстве (в соответствии ISO 14731:1997)

Сферы деятельности	Описание
1.1. Анализ контракта	Возможность производственной организации выполнить сварку и связанные с ней работы
1.2. Анализ проекта	Стандарты, относящиеся к сварке; расположение соединения в связи с требованиями проекта; доступ к изделию для выполнения сварки, контроля и испытаний; требования к качеству и приемке швов конструкции
1.3. Материалы	
1.3.1. Основной металл	Свариваемость основного металла; дополнительные требования к техническим условиям на покупаемый материал, включая тип сертификата на материал; идентификация, хранение и перемещение основного металла; прослеживаемость
1.3.2. Сварочные материалы	Совместимость с основным металлом; условия поставки; дополнительные требования к техническим условиям на покупаемые сварочные материалы, включая тип сертификата на сварочные материалы
1.4. Подготовка субподряда на сварочные работы и неразрушающий контроль	Оценка соответствия субподрядчика
1.5. Планирование производства продукции (услуги)	Пригодность технологической инструкции по сварке (WPS) и протокола подтверждения соответствия технологического процесса сварки (WPAR) согласно требованиям ДСТУ 3951 (ISO 9956); составление рабочих инструкций; обеспечение сборочно-сварочными зажимными устройствами и приспособлениями; проверка соответствия и срока действия сертификата сварщика; контроль последовательности сборки и сварки конструкции; проверка наличия требований к производственным испытаниям сварных соединений; проверка наличия требований к контролю сварки; обеспечение условий сохранения окружающей среды; обеспечение охраны здоровья и безопасности
1.6. Оборудование	Соответствие оборудования технологическим процессам сварки; поставка основного и вспомогательного оборудования для сборки и сварки конструкций, его идентификация и транспортировка; обеспечение охраны здоровья и безопасности
1.7. Выполнение сварки	
1.7.1. Предварительные работы	Утверждение рабочей инструкции; подготовка сварного соединения, сборка соединяемых элементов, их очистка; подготовка производственных испытаний сварных соединений в соответствии с технологическими инструкциями; пригодность рабочего места, включая защиту окружающей среды
1.7.2. Сварка	Назначение и инструктаж сварщиков; применение (функциональные возможности) основного и дополнительного оборудования; применение сварочных материалов и принадлежностей; применение сварочных прихваток; контроль параметров сварочных процессов; выполнение необходимых промежуточных испытаний; применение подогрева и термообработки после сварки; выполнение необходимой последовательности операций сварки; выполнение термообработки после сварки
1.8. Испытания	
1.8.1. Визуальный контроль	Контроль выполнения всех предусмотренных технологий швов; контроль размеров швов; проверка формы, размеров и допусков сварных узлов; контроль внешнего вида соединений
1.8.2. Разрушающие и неразрушающие испытания	Применение разрушающих и неразрушающих испытаний; проведение специальных испытаний
1.9. Приемка сварных соединений	Оценка результатов контроля и испытаний; исправление дефектных сварных соединений; повторная оценка исправленных сварных соединений; корректирующие действия в технологическом процессе
1.10. Документация	Подготовка, оформление и хранение необходимых протоколов (включая документацию по субконтрактам)

ДСТУ ISO 9606–3 регламентирует требования к квалификационным испытаниям сварщиков при сварке плавлением меди и медных сплавов. Определены методика и основные положения, которыми следует руководствоваться при испытаниях сварщиков. Установлены требования, касающиеся определения условий сварки, выбора сварочных материалов, размеров образцов для испытаний и методов контроля качества сварных соединений.

Проект ДСТУ ISO 9606–4 «Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 4. Никель и сплавы никеля» разработан с целью внедрения в Украине международного стандарта ISO 9606–4:1999.

ДСТУ ISO 9606–4 регламентирует требования к квалификационным испытаниям сварщиков при сварке плавлением никеля и сплавов никеля. Определены методика и основные положения, которыми

следует руководствоваться при испытаниях сварщиков. Установлены требования, исходящие из определенных условий сварки, выбора сварочных материалов, размеров образцов для испытаний и методов контроля качества сварных соединений.

Проект ДСТУ ISO 9606–5 «Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 5. Титан и сплавы титана, цирконий и сплавы циркония» разрабатывают с целью внедрения в Украине международного стандарта ISO 9606–5:2000.

ДСТУ ISO 9606–5 регламентирует требования к квалификационным испытаниям сварщиков при сварке плавлением титана и сплавов титана, циркония и сплавов циркония. Определены методика и основные положения, которыми следует руководствоваться при испытаниях сварщиков. Установлены требования для определения условий сварки, выбора сварочных материалов, размеров образцов для испытаний и методов контроля качества сварных соединений.

Проект стандарта ДСТУ ISO 14732 «Персонал сварочного производства. Испытание на подтверждение соответствия операторов сварки плавлением и наладчиков контактной сварки для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов» разработан с целью внедрения в Украине международного стандарта ISO 14732. Введение его в действие как национального стандарта необходимо поставщикам и потребителям продукции сварочного производства Украины для проведения испытаний на подтверждение соответствия операторов сварки плавлением и наладчиков контактной сварки для полностью механизирован-

ной и автоматической сварки металлических материалов согласно международным нормам и правилам. Процедура подтверждения соответствия сварщиков является частью требований для обеспечения качества изготовления, монтажа и безопасной эксплуатации продукции сварочного производства.

ДСТУ ISO 14732 устанавливает требования к подтверждению соответствия операторов сварки плавлением и наладчиков контактной сварки для полностью механизированной сварки и автоматической сварки металлических материалов. Согласно этому стандарту проводят испытания операторов и наладчиков, ответственных за наладку и/или регулировку во время сварки. Данный стандарт необходимо использовать органами сертификации при оценке соответствия операторов сварки плавлением и наладчиков контактной сварки. Испытания выполняют в соответствии с этим стандартом, если более жесткие испытания не установлены соответствующим стандартом на продукцию.

Внедрение ISO 9606–3, ISO 9606–4, ISO 9606–5 и ISO 14732 как национальных и межгосударственных стандартов (ГОСТ) необходимо для гармонизации требований к квалификационным испытаниям сварщиков с международными требованиями. Применение этих стандартов будет оказывать содействие повышению качества и конкурентоспособности продукции сварочного производства Украины. Вместе со стандартами ДСТУ 2944–94 (EN 287–1) и ДСТУ 2945–94 (EN 287–2) они являются составляющими системы стандартов для подтверждения соответствия персонала сварочного производства.

● #826

Специалисты ОАО «НКМК» приняли участие в тренинге, направленном на развитие управленческих навыков и деловых качеств



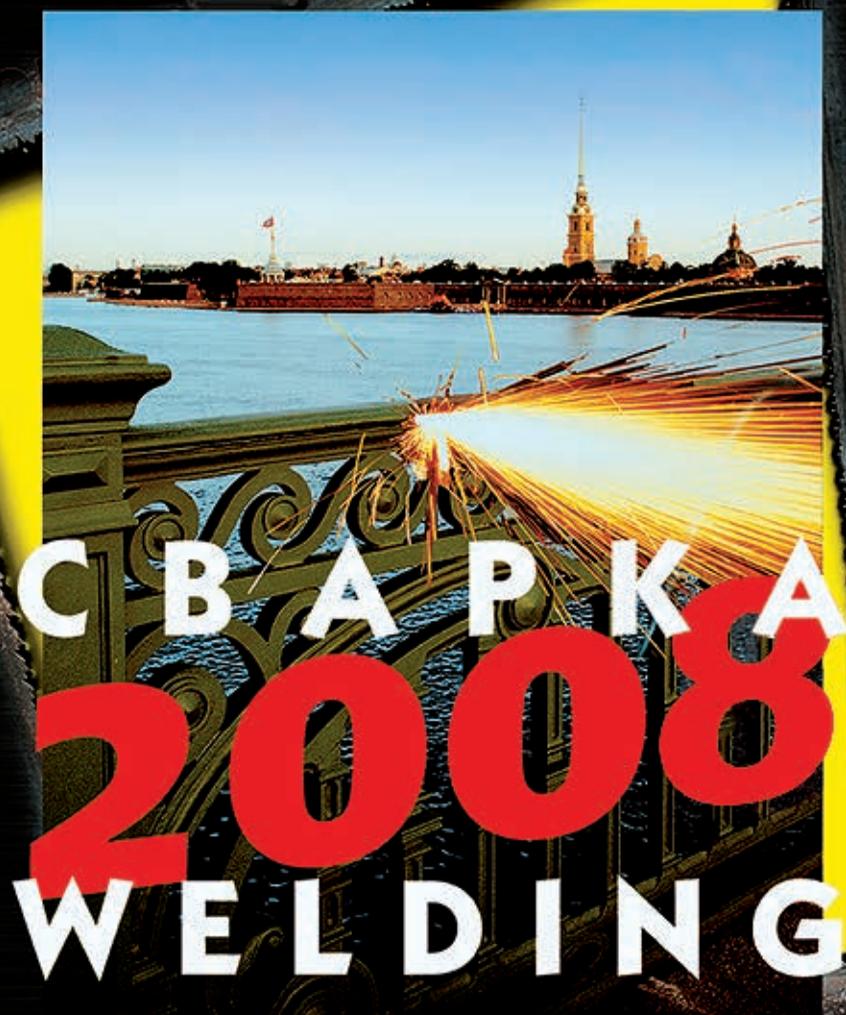
Специалисты Новокузнецкого металлургического комбината (ОАО «НКМК», предприятие «Евраз Груп»), входящие в активный кадровый резерв предприятия, приняли участие в тренинге, направленном на развитие управленческих навыков и деловых качеств. Активный кадровый резерв предназначен для подготовки управленцев среднего звена — заместителей начальников подразделений по направлениям, начальников групп, служб, смен, мастеров и других специалистов. В течение двух дней 12 специалистов комбината в возрасте до 40 лет из структурных подразделений НКМК и цехов развивали корпоративные управленческие компетенции, такие как управление рабочим процессом, руководство людьми, лидерские качества, умение принимать оперативные решения. Полученные знания резервисты будут применять на своих рабочих местах, что позволит им усовершенствовать систему управления и повысит эффективность работы предприятия в целом.

Подготовка квалифицированного управленческого персонала на НКМК проводится с целью обеспечения предприятия необходимым составом руководителей и специалистов, достижения большей гибкости в использовании персонала и повышения его мотивации. В настоящее время кадровый резерв предприятия включает в себя три вида. Ключевой резерв предназначен для подготовки руководителей на должности, входящие в номенклатуру управляющего директора комбината, в рамках которой работа со специалистами ведется по индивидуальной программе. Стратегический резерв представляет собой долгосрочную подготовку наиболее перспективных специалистов и руководителей среднего звена, которые со временем войдут в ключевой резерв. Активный резерв готовит управленцев начального и среднего звена, непосредственно для которых специалистами Дирекции по персоналу комбината была разработана программа тренингов по развитию управленческих навыков.

Группа резервистов, прошедшая обучение, стала уже восьмой по счету в текущем году.

www.prometal.com.ua

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
INTERNATIONAL EXHIBITION
21-24.05.2008**



 **ЛенЭкспо** С.-Петербург

**РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, БОЛЬШОЙ ПР. В. О., 103
103, BOLSHOY PR. V. O., 103 SAINT-PETERSBURG, RUSSIA
☎ +7 812 321 2631/2722 WWW.WELDING.LENEXPO.RU**

Системы вентиляции для сварочных цехов

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

Вредные вещества, образующиеся в процессе сварки в виде аэрозоля, существенно отличаются от других пылевых аэродисперсных систем. Вследствие малых размеров их частиц они рассеиваются в воздухе производственных помещений и долгое время находятся в нем во взвешенном состоянии, проникая в органы дыхания не только сварщиков, которые находятся практически на расстоянии вытянутой руки от сварочной дуги, но и других работающих в данном цеху. Физико-химические свойства сварочных аэрозолей, условия их образования, а также габаритные размеры свариваемых конструкций определяют вид (конфигурацию) требуемой для конкретного случая системы вентиляции.

На постоянных рабочих местах при ручной дуговой и механизированной сварке, в частности в защитных газах, плотность которых больше плотности воздуха, рекомендуют применять специальные стационарные столы с вмонтированной наклонной панелью равномерного верхнего и нижнего всасывания (рис. 1). Такие защитные газы, как углекислый, аргон и прочие, которые накапливаются в нижней части рабочей зоны, вытягиваются через нижнюю решетку. Остаток более легких, чем воздух газов и аэрозолей, отсасывается верхней панелью, отклоняя их от лица сварщика с помощью направленных потоков воздуха. Объем воздуха, удаляемый данной системой местной вентиляции (производительность вентилирования), составляет 1500–1800 м³/ч.

В последнее время для технологических процессов, при которых источник загрязне-

ния может изменять свое местоположение (например, сварка крупногабаритных деталей), широкое применение находят новые конструкции систем местной вентиляции:

- подъемно-поворотные устройства местного отсоса, присоединенные к централизованной системе, по которой загрязненный воздух удаляется из помещения вентилятором;
- подъемно-поворотные устройства местного отсоса, которые возвращают очищенный воздух в помещение;
- консольно-поворотные устройства местного отсоса, присоединенные общим воздухопроводом к фильтру, который обеспечивает возвращение очищенного воздуха в помещение;
- переносные вентиляционные агрегаты (вентиляторы с гибкими шлангами);
- передвижные (мобильные) фильтровентиляционные агрегаты (ФВА);
- портативные передвижные ФВА;
- вытяжные устройства, вмонтированные в сварочное оборудование.

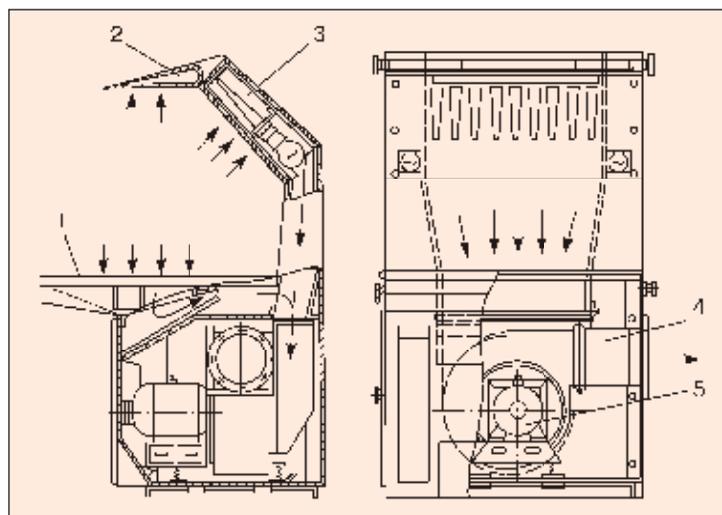
Выбор конструкции местного вытяжного устройства, объема отсасываемого воздуха, метода очистки воздуха, а также оптимальной стоимости оборудования зависят от способа сварки, вида и марки сварочных материалов, формы свариваемого изделия, объема помещения, количества сварочных постов и некоторых других факторов.

Обязательными составными частями всех систем местной вентиляции являются вентилятор, воздухопровод, воздухоприемная воронка и фильтр.

Вентиляторы, которые применяют в местной вентиляции, имеют большую производительность при достаточно высоком давлении воздуха и низких затратах электроэнергии. В зависимости от вида устройства местной вентиляции используют одно- или трехфазные электродвигатели мощностью от 0,37 до 2,2 кВт, производительностью от 1000 до 5000 м³/ч.

Воздуховодами для местных отсосов и передвижных ФВА являются гибкие шланги диаметром 120–250 мм из огнестойкого материала (полиамидная ткань, стекловолокно со специальной обработкой и др.). Внутренние звенья воздуховодов изготавливают из алю-

Рис. 1. Стол сварщика со встроенной вентиляцией (УкрИСП): 1 — нижняя всасывающая решетка; 2 — поворотный козырек; 3 — наклонная панель равномерного всасывания; 4 — патрубок; 5 — вентиляционный агрегат



миниевых труб. Для портативных переносных ФВА используют более тонкие шланги.

Существует много вариантов установления устройств местного отсоса с помощью специальных опор и рычагов, которые позволяют располагать приемочную воронку в различных пространственных положениях.

Для очистки воздуха от сварочных аэрозолей и газов используют ряд устройств, которые базируются на разнообразных механизмах фильтрации и имеют необходимые параметры. По методу очистки фильтрующие элементы, применяемые в системах местной вентиляции и ФВА, классифицируют следующим образом: механические, химические, электростатические и комбинированные.

Местная вытяжная вентиляция с настенными гибкими воздухопроводами основана на удалении вредных веществ непосредственно с места их образования (рис. 2, а). Гибкие воздухопроводы, применяемые в таких вытяжных устройствах, позволяют располагать приемочную воронку на минимальном расстоянии от места сварки (сварочной дуги). Основным необходимым условием обеспечения эффективного улавливания вредных веществ местным вытяжным устройством на расстоянии 25–50 см является то, что расход воздуха, проходящего через воздухоприемную воронку диаметром, как правило, 125–160 мм, должен составлять 600–1000 м³/ч. Преимуществом этого вида вентиляции является высокая эффективность улавливания вредных веществ при относительно небольшом объеме удаляемого воздуха. Поэтому такое решение оправданно и с экономической точки зрения. Для достижения таких же результатов общеобменной вентиляцией необходимы значительно большие затраты, связанные с вентилированием, а в холодный период года и с подогревом больших объемов воздуха.

Экономическая эффективность средств местной вытяжной вентиляции, оборудованных фильтрующими устройствами (рис. 2, б), возрастает за счет рециркуляции очищенного воздуха и соответствующего уменьшения объема воздуха, который очищается и подогревается. Вместе с тем применение современных средств местной вентиляции для обеспечения необходимой чистоты воздуха позволяет на 10–20% повысить производительность труда, снизить уровень заболеваемости и связанные с этим затраты на здравоохранение и социальную сферу.

Недостаток местной вытяжной вентиляции — необходимость расположения при-

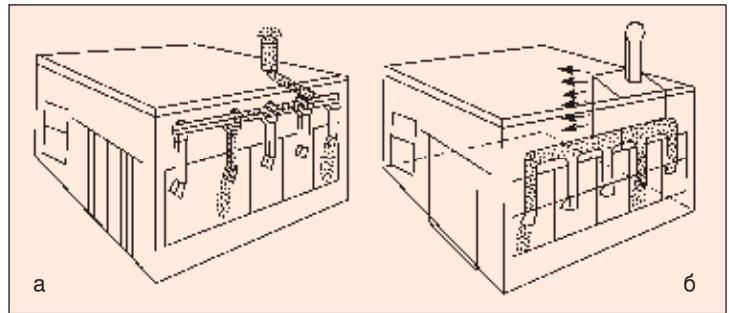
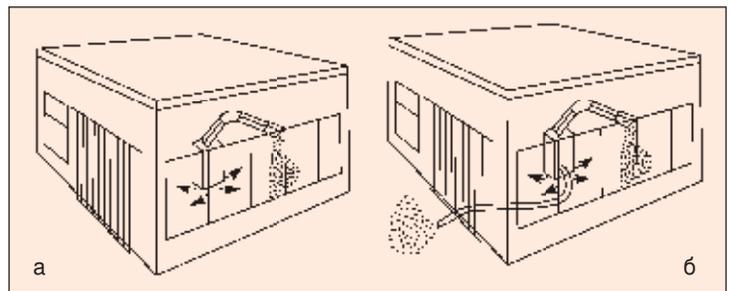


Рис. 2. Схемы местной вытяжной вентиляции с настенными гибкими отсосами: а — с выбросом загрязненного воздуха в атмосферу; б — с очисткой и рециркуляцией воздуха



емочной воронки (для эффективного улавливания) на расстоянии 25–50 см от места сварки. Кроме того, эту систему трудно монтировать в большом помещении со значительными расстояниями источников вредных выделений от стен.

Передвижные фильтровентиляционные агрегаты дают возможность удалять загрязненный воздух с минимального расстояния от места сварки, очищать и возвращать в помещение (рис. 3, а) или выбрасывать за его пределы (рис. 3, б). Для использования передвижных ФВА не нужно выполнять монтажные работы. ФВА можно перемещать в любое место, а всасывающее отверстие воздуховода путем его сгибания и вращения благодаря специальному фиксирующему механизму (рис. 4), можно устанавливать на минимальном расстоянии от сварочной дуги. Эти агрегаты характеризуют высокая степень улавливания вредных веществ и экономия энергии за счет рециркуляции воздуха.

Переносные вентиляционные агрегаты предназначены для удаления сварочных аэрозолей из труднодоступных замкнутых и полузамкнутых помещений и других мест, где невозможно применить другие системы вентиляции, например, из трюма судна (рис. 5, а), а также для подачи чистого воздуха в рабочую зону (рис. 5, б).

Вытяжные устройства, вмонтированные в сварочное оборудование, являются эффективными средствами местной вентиляции, которые целесообразно приме-

Рис. 3. Схемы применения фильтровентиляционных агрегатов: а — с возвратом очищенного воздуха; б — с выбросом воздуха за пределы помещения

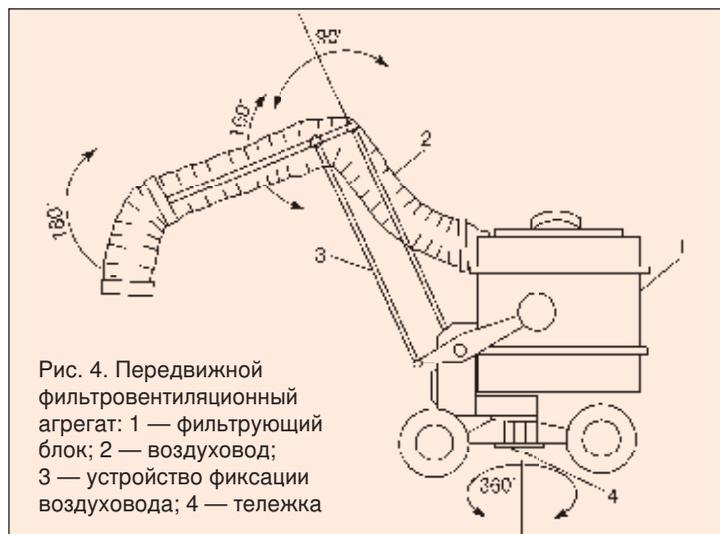


Рис. 4. Передвижной фильтровентиляционный агрегат: 1 — фильтрующий блок; 2 — воздуховод; 3 — устройство фиксации воздуховода; 4 — тележка

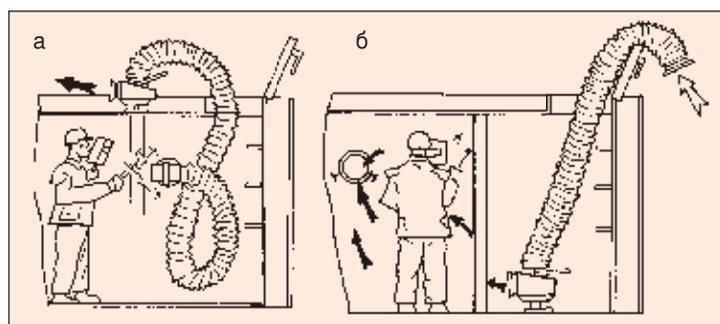


Рис. 5. Схема применения переносного вентиляционного агрегата при сварке в труднодоступных местах (в трюме): а — удаление загрязненного воздуха из рабочей зоны; б — подача воздуха в рабочую зону

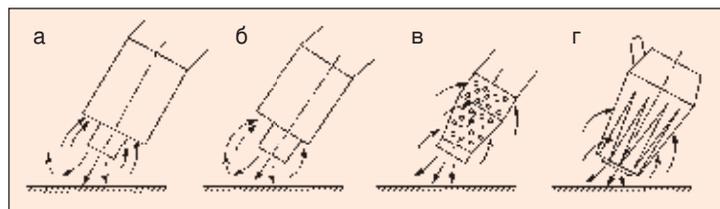


Рис. 6. Схемы аспирационных устройств к горелкам для механизированной сварки в защитных газах: а — цилиндрическое коаксиальное; б — цилиндрическое аксиальное; в — коническое дырчатое; г — конусно-щелевое

нять при сварке в труднодоступных местах или при сварке изделий, конструкция которых не позволяет использовать другие виды вентиляции. К ним относят *аспирационные устройства к горелкам для механизированной сварки в CO_2 и других газах* (рис. 6). В конструкции таких устройств учтены не только эффективность отсасывания вредных веществ, а и взаимодействие вытяжной и газозащитной струй, что влияет на эффективность газовой защиты сварочной ванны. Поэтому, для того чтобы не срывать газовую защиту, скорость движения отсасываемого воздуха у источника выделения сварочного аэрозоля не должна превышать 0,5 м/с при сварке в углекислом газе и 0,3 м/с — в аргоне. Но эффективность улавливания сварочного аэрозоля при этом

должна составлять не меньше 75%. Вместе с тем аспирационные устройства к горелкам не должны уменьшать зону обзора сварного шва и увеличивать массу горелки. Оптимальная конструкция, которая обеспечивает необходимую газовую защиту металла сварочной ванны и эффективное улавливание аэрозоля, выполнено в виде цилиндрического сопла, размещенного извне коаксиально газозащитному соплу (рис. 6, а). Образующийся при сварке аэрозоль всасывается аспирационным устройством, размещенным на некотором расстоянии от среза сопла, которое подает защитный газ. Загрязненный аэрозолем воздух транспортируется по гибкому шлангу диаметром 28–38 мм, соединенному с побудителем тяги, функции которого может выполнять централизованная высоковакуумная вытяжная система вентиляции или отдельный фильтровентиляционный агрегат, создающий разрежение 18–20 кПа.

При автоматической сварке под флюсом для улавливания аэрозолей и газов рекомендуют применять щелевой или воронкообразный отсос, приемное отверстие которого должно располагаться на высоте 40–50 мм над поверхностью флюса. Такие устройства к автоматам встраивают в сварочные головки или навешивают непосредственно возле электрода.

На машинах точечной контактной сварки вытяжные устройства располагают возле электродов. Их конструкция зависит от конфигурации свариваемых изделий. Для одноточечных машин рекомендуют верхний и нижний воздухоприемники. Объем удаляемого воздуха следует принимать в первом случае 170 м³/ч, во втором — 200 м³/ч. Вместо воздухоприемника можно использовать вертикальный вытяжной воздуховод со срезанным под углом торцевым отверстием. Объем удаляемого воздуха должен составлять 380 м³/ч. Применение одновременно верхнего и нижнего воздухоприемников для машины малой мощности позволяет уменьшить объем удаляемого воздуха до 75 м³/ч: 25 — от верхнего приемника и 50 — от нижнего.

Машины стыковой сварки оплавлением следует оборудовать укрытиями, которые одновременно выполняют функции вытяжных устройств и средств защиты от искр и брызг расплавленного металла. Объем удаляемого воздуха зависит от типа машины, размера укрытия, наличия неплотностей и для наиболее известных машин должен быть от 200 до 700 м³/ч.

● #827

Терминология в области термической обработки сварных конструкций

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

Термическая обработка сварных конструкций и соединений является технологической операцией, направленной на повышение качества сварных соединений путем снижения уровня остаточных сварочных напряжений, улучшения механических и специальных свойств металла сварных соединений. Термической обработке по результатам научно-исследовательских работ подвергают сварные соединения, используя различные ее виды, приведенные в нормативно-технической документации (НТД). При этом каждому технологическому процессу соответствует определенная терминология.

Термической обработке подвергают сварные соединения, выполненные из различных марок

сталей. В соответствии с положениями Ростехнадзора, свариваемые материалы, используемые при изготовлении объектов, подконтрольных этой организации, подразделяют на группы и марки (таблица).

Применяют следующие виды термической обработки для различных групп и марок свариваемых материалов (сталей и чугуна): высокий отпуск, термический отдых, нормализацию, восстановительную термообработку, стабилизирующий отжиг, аустенизацию, отжиг (рисунок).

Наиболее распространенным является высокий отпуск, который выполняют для сварных соединений из углеродистых и низколегированных

Таблица. Группы и марки свариваемых материалов

Группа	Материалы	Основные марки
M01(W01)	Углеродистые и низколегированные конструкционные стали перлитного класса с пределом текучести до 360 МПа	Ст3, 20, 20ЮЧ, 15 ГС, 09Г2С, 15ХСНД, 16 ГНМА
M02(W02)	Низколегированные теплоустойчивые хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые стали перлитного класса	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 12Х2МФБ
M03(W03)	Низколегированные конструкционные стали перлитного класса с пределом текучести свыше 360 МПа	16 Г2АФ, 13Г1С, 30 ХМА, 09Г2ФБ, 15Х2НМФА, 10ГН2МФА, 10ХСНД
M04(W04)	Высоколегированные (высокохромистые) стали мартенситного, мартенситно-ферритного и ферритного классов с содержанием хрома от 10 до 30%	20 Х13, 12Х11В2 МФ, 15Х25, 07Х16Н 45
M05(W05)	Легированные стали мартенситного класса с содержанием хрома от 4 до 10%	15Х5М, 15Х5М-У, Х9М, 12Х8ВФ, 20Х5 МЛ
M06	Чугуны	ВЧШГ
M1(W11)	Высоколегированные стали аустенитно-ферритного и аустенитного классов	08Х18Н9Т, 10Х18Н9, 12Х18Н9Т, 08Х18Н9, 12Х18Н12Т

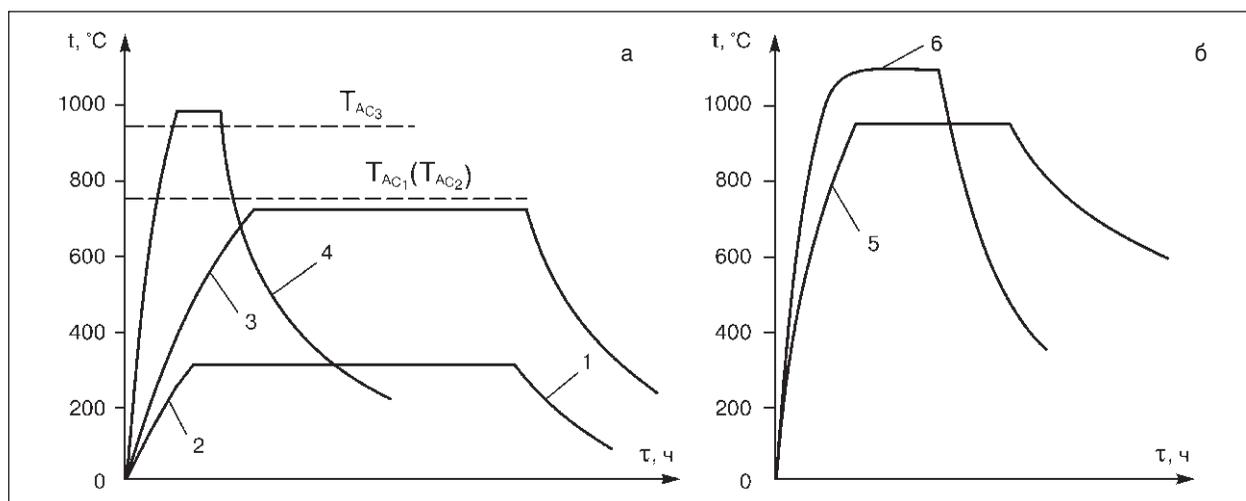


Рисунок. Графики термообработки сварных соединений групп свариваемых материалов (сталей и чугуна) M01 (W01), M05 (W05), M06 (а) и M11 (W11) (б) по нормам Ростехнадзора: 1 — термический отдых; 2 — подогрев для сварки; 3 — высокий отпуск; 4 — нормализация (отжиг для M06); 5 — стабилизирующий отжиг; 6 — аустенизация; T_{Ac_1} ; T_{Ac_2} , T_{Ac_3} — температуры критических точек структурных изменений Ac_1 и Ac_3 ; T_{Ac_2} — температура критической точки магнитных превращений (точка Кюри)

сталей перлитного класса, высоколегированных и легированных сталей мартенситного, мартенситно-ферритного и ферритного классов групп МО1–МО5.

Высокий отпуск заключается в нагреве несколько ниже критической точки A_{c2} , выдержке при этой температуре и медленном охлаждении. Цель высокого отпуска в зависимости от группы и марки стали — снижение уровня сварочных напряжений, улучшение пластичности и ударной вязкости, а также получение высоких значений специальных свойств (жаропрочности, температуростойкости, сопротивлению ползучести, образованию холодных и горячих трещин и др.).

Термический отдых также выполняют для сварных соединений групп МО1–МО5. Он включает нагрев до температуры 200–300 °С с выдержкой в течение нескольких часов (иногда 10–15 ч) с целью удаления из сварного соединения диффузионного водорода, попавшего в сварное соединение в процессе сварки. Термический отдых применяют также для некоторого снижения уровня сварочных напряжений для крупных сварных конструкций, нагреть которые до температуры высокого отпуска представляет большие трудности. Операция термического отдыха может носить другие названия (низкий отпуск, отдых, вылеживание), однако с точки зрения термического влияния на сварные соединения это одно и то же. К термическому отдыху можно отнести также технологическую операцию догазация, которую применяют для сварных соединений, проработавших много лет в коррозионноопасной среде, например, в среде природного газа с высоким содержанием сероводорода. Дегазация заключается в нагреве до 180–280 °С с выдержкой в течение 60–120 мин с целью удаления из сварного соединения водорода и других коррозионноопасных газов.

Нормализация является видом термической обработки, заключающейся в нагреве сварного соединения до температуры выше критической точки A_{c3} . Нормализацию проводят для сварных соединений, сварку которых выполняли с высокой погонной энергией. Сюда следует отнести газовую (например, ацетилено-кислородную) или электрошлаковую сварку. При такой сварке структура сварных соединений получается крупнозернистой с низкими показателями пластичности и ударной вязкости, что можно исправить высокотемпературной термообработкой. Нормализацию применяют для сварных соединений, выполненных из сталей групп МО1–МО5.

К термическим операциям следует отнести также подогрев для сварки, который выполняют по требованиям НТД при сварке сталей групп МО1–МО5. Целью подогрева является создание в свариваемом соединении запаса теплоты, не допускающей быстрого охлаждения в процессе сварки,

что затрудняет возникновение закалочных структур. Подогрев в зависимости от группы и марки стали выполняют до 100–300 °С. Подогрев бывает предварительный, т. е. выполняемый до начала сварки, и сопутствующий, выполняемый в случае остывания свариваемого соединения до температуры ниже нижнего допустимого предела. Как правило, для проведения сопутствующего подогрева сварку прекращают, однако, когда проведение подогрева не мешает сварочному процессу, сопутствующий подогрев допускается совмещать со сваркой.

Восстановительную термическую обработку (ВТО) обычно выполняют для основного металла и сварных соединений трубопроводов из теплоустойчивых сталей (паропроводов из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых сталей перлитного класса группы МО2 марки 12Х1МФ на тепловых электростанциях), работающих при высоких температурах в течение длительного времени (более 100 тыс. ч). При ВТО сначала проводят нормализацию для уменьшения величины зерна структуры металла, а затем выполняют высокий отпуск для увеличения длительной прочности и пластичности. ВТО иногда называют двойной или полной термообработкой.

Трубопроводы, выполненные из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ), соответствующего группе МО6, используют для изготовления и строительства газопроводов, теплотрасс и водопроводов. Сварные соединения из ВЧШГ подвергают термообработке по режиму отжига с нагревом до 920–960 °С за 5–15 мин и выдержкой 15 мин с охлаждением на спокойном воздухе для распада хрупкой структуры ледебурита, возникающей в зоне термического влияния. Диаграмма этого отжига практически совпадает с диаграммой нормализации сварных соединений из стальных изделий.

Сварные соединения из высоколегированных сталей аустенитно-ферритного и аустенитного классов группы М11 (W11) марок 08Х18Н9Т, 12Х18Н10Т и др. подвергают термической обработке по режиму аустенизации и стабилизирующего отжига.

Аустенизация заключается в нагреве сварного соединения до 1080–1130 °С с выдержкой 1–2 ч и охлаждением на свободном воздухе для получения однородной аустенитной структуры за счет распада феррита, улучшения механических свойств, особенно пластичности, снижения сварочных напряжений.

Стабилизирующий отжиг заключается в нагреве до 850–870 °С с выдержкой 2–3 ч и охлаждением на воздухе. Целью этой термообработки является повышение стойкости сварных соединений против возникновения межкристаллитной коррозии и снижение уровня напряжений на 70–80%.

АНКЕТА

Наименование предприятия _____

Почтовый адрес (с индексом) _____

Тел./факс, e-mail: _____

Общая характеристика выпускаемой продукции и сварных конструкций _____

Заинтересованы ли Вы: **Да** **Нет**

в разработке и внедрении энергосберегающих технологий (анализ номенклатуры, подготовка рекомендаций, разработка технологической инструкции)

в поставке оборудования для послесварочной обработки

в участии в тематических семинарах

в приобретении специальной литературы

в получении консультаций

Сведения о лице, заполнившем анкету:

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел./факс, e-mail: _____

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на специализированную литературу
издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

Г. И. Лащенко. Плазменная резка металлов и сплавов. 2003. — 64 с. 12

Г. И. Лащенко. Плазменное упрочнение и напыление. 2003. — 64 с. 12

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

В. М. Бернадський та ін. Вчені і фахівці України в галузі зварювання і споріднених технологій. Довідник. 2002. — 144 с. 18

В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004. — 196 с. 24

И. А. Рябцев. Наплавка деталей машин и механизмов. 2004. — 160 с. 20

А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. 60

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

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

В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с. 50

С. Т. Римский. Руководство по технологии механизированной сварки в защитных газах. 2006. — 60 с. . . 20

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

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

П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е издание, переработанное и дополненное. 2006. — 176 с. 40

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

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

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

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

Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменно-порошковая наплавка в арматуростроении. 2007. — 64 с. . 20

Книги прошу выслать по адресу:
Куда _____
почтовый индекс

Кому _____

Счет на оплату прошу выслать по факсу:
(.) _____

Реквизиты плательщика НДС:

Св. № _____ идент. № _____

Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:

Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 66 или по факсу: (044) 287-6502. Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

— линия отрыва — 4(56)2007 СВАРЩИК —