



ВЕЗДЕ, ГДЕ ЕСТЬ СВАРКА

- ◆ Сварочные материалы (проволоки, электроды, прутки, флюсы)
- ◆ Аксессуары и комплектующие для сварочных технологий
- ◆ Абразивные материалы и средства технической химии
- ◆ Средства индивидуальной защиты сварщиков
- ◆ Сварочное оборудование для автоматической, полуавтоматической, ручной сварки

e-mail: info@wutmarc.com.ua

www.wutmarc.com.ua

Киев
Донецк

т./ф. (044) 392 72 33
т./ф. (062) 348 33 38

Днепропетровск
Харьков

т./ф. (056) 790 86 64
т./ф. (057) 760 39 90



ОАО "Лосиноостровский электродный завод"

129337, г. Москва, Хибинский проезд, д. 3
Многоканальный телефон: (495) 925-5114
www.electrode.ru



Мы делаем жизнь ярче!

Эксклюзивный представитель в Украине: Торговая группа «КТ», г. Киев
Телефон «горячей линии»: +38 (067) 540-75-57 Сайт компании: www.kt.ua E-mail: info@kt.ua



3 (85) 2012

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

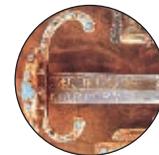
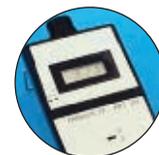
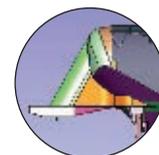
информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

3-2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	4
	Технологии и оборудование	
	Наплавка деталей строительной и дорожной техники. <i>Я.П. Черняк</i>	6
	Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла. <i>Б.В. Федотов, В.В. Михайлов, М.Ю. Трекало</i>	10
	Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов. <i>В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, В.П. Трифионов, О.В. Христофоров, Р.О. Кайбышев, Д.В. Тагиров, С.С. Малофеев</i>	12
	Влияние добавок из различных материалов на физико-механические свойства покрытий на основе Ni-Cr при газотермическом напылении. <i>Е.К. Фень</i>	16
	Концепция простейших систем роботизированной дуговой сварки. <i>В.В.Ишуткин</i>	20
	Методы активизации решения творческих инженерных задач. <i>Г.И. Лашенко</i> ..	22
	Наши консультации	28
	Зарубежные коллеги	30
	Охрана труда	
	Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 2. <i>О.Г. Левченко, А.Т. Малахов</i>	32
	Подготовка кадров	
	Международный конкурс молодых сварщиков в Чехии	36
	Всеукраинская студенческая олимпиада по специальности «Технологии и оборудование сварки»	39
	Выставки и конференции	
	Промышленный форум «Патон Экспо 2012»	40
	14-я Международная научно-практическая конференция «Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика»	42
	Страницы истории	
	Создание и покорение суперстали. Часть 1. Кузнечная сварка и загадка булатной стали. <i>А.Н.Корниенко</i>	46



Новини техніки й технологій	4
Технології й устаткування	
• Наплавлення деталей будівельної й дорожньої техніки. <i>Я.П. Черняк</i>	6
• Застосування контактного точкового зварювання для виготовлення елементів газоочисного пристрою парового котла. <i>Б.В. Федотов, В.В. Михайлов, М.Ю. Трекало</i>	10
• Зварювання тертям з перемішуванням алюмінієвих сплавів при виробництві автомобільних напівприцепів. <i>В.А. Бакшаєв, П.А. Васильєв, В.П. Трифонов, О.В. Христофоров, Р.О. Кайбішев, Д.В. Тагіров, С.С. Малофєєв</i>	12
• Вплив добавок з різних матеріалів на фізико-механічні властивості покриттів на основі Ni-Cr при газотермічному напилюванні. <i>Є.К. Фень</i>	16
• Концепція найпростіших систем роботизованого дугового зварювання. <i>В.В. Ішуткін</i>	20
• Методи активізації рішення творчих інженерних завдань. <i>Г.І. Лашченко</i>	22
Наші консультації	28
Зарубіжні колеги	30
Охорона праці	
• Оптичне випромінювання при зварюванні й споріднених процесах. Частина 2. <i>О.Г. Левченко, А.Т. Малахов</i>	32
Підготовка кадрів	
• Міжнародний конкурс молодих зварників у Чехії.....	36
• Всеукраїнська студентська олімпіада за фахом «Технології й устаткування зварювання».....	39
Виставки й конференції	
• Промисловий форум «ПатонЕкспо 2012».....	40
• 14-я Міжнародна науково-практична конференція «Технології зміцнення, нанесення покриттів і ремонту: теорія й практика».....	42
Сторінки історії	
• Створення й підкорення суперсталі. Частина 1. Ковальське зварювання й загадка булатної сталі. <i>О.М. Корнієнко</i>	46
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Technologies and equipment	
• Cladding of details of building and road technics. <i>Ya.P.Chernyak</i>	6
• Application of resistance dot welding for production elements gas-cleaning of the steam boiler. <i>B.V.Fedotov, V.V.Mikhaylov, M.Yu.Trekalo</i>	10
• Dissimilar friction stir welding of aluminium alloys by production automobile trailers. <i>V.A.Bakshaev, P.A.Vasil'ev, V.P. Trifonov, O.V.Khristoforov, R.O.Kaybishev, D.V.Tagirov, S.S.Malofeev</i>	12
• Influence of the additives from various materials on physical-mechanical properties of coverings on a basis Ni-Cr at gas-thermal dispersing. <i>E.K.Fen'</i>	16
• The concept of the elementary systems of robotized arc welding. <i>V.V.Ishutkin</i>	20
• Methods of activation of the decision of creative engineering tasks. <i>G.I.Lashchenko</i>	22
Our consultations	28
The foreign colleagues	30
Labour protection	
• Optical radiation at welding and related processes. Part 2. <i>O.G.Levchenko, A.T.Mikhaylov</i>	32
Training of personnel	
• The international competition of the young welders in Czechia.....	36
• Ukrainian student's Olympiad on a speciality «Technologies and equipment of welding».....	39
Exhibitions and conferences	
• Industrial forum «Welding 2012».....	40
• 14 th International scientific-practical conference «Technologies of hardening, drawing of coverings both repair: the theory and practice».....	42
Pages of a history	
• Creation and conquest of supersteel. Part 1. Forge welding and riddle of damask steel. <i>A.N.Kornienko</i>	46

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор

Б. В. Юрлов

Зам. главного редактора

Е. К. Доброхотова,
В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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

Редакция

Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама

Т. И. Коваленко

Верстка

Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон

+380 44 528 3523, 200 5361

Тел./факс

+380 44 287 6502, 287 6602

E-mail

welder@welder.kiev.ua,
welder.kiev@gmail.com

URL

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

Представительство в Беларуси

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

Представительство в России

Москва, ООО «Центр трансфера технологий» ИЭС им. Е. О. Патона
В. В. Сипко
+7 499 922 6986
e-mail: ctt94@mail.ru
www.welder.msk.ru

Представительство в Латвии

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

Представительство в Литве

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

Представительство в Болгарии

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

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

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

Подписано в печать 12.06.2012. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 1695 от 12.06.2012. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2012.

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

© ООО «Экотехнология», 2012

Наплавка деталей строительной и дорожной техники



Я.П. Черняк

Изложен опыт разработки технологий и техники восстановительной дуговой наплавки деталей различных машин и механизмов строительной и дорожной техники. Основное внимание уделено восстановлению быстроизнашивающихся деталей — ведущих звездочек гусеничной техники, опорных и натяжных катков, шипов траков, опорно-поворотных устройств кранов и т.п. Предложены материалы и технологии, позволяющие выполнять наплавку деталей из углеродистых сталей.

Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла

Б.В. Федотов, В.В. Михайлов, М.Ю. Трекало

Изложена технология изготовления фильтрующих элементов с преимущественным использованием точечной контактной сварки. Даны режимы точечной контактной сварки различных сочетаний толщин деталей фильтрующего элемента. Приведены результаты испытаний опытных фильтрующих элементов и опытно-штатной партии.

Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов

В.А.Бакшаев, П.А.Васильев, В.П.Трифонов, О.В.Христофоров, Р.О.Кайбышев, Д.В.Тагиров, С.С.Малофеев

Описана технология сварки трением с перемешиванием при изготовлении алюминиевых автомобильных полуприцепов, предназначенных для перевозки наливных и сыпучих грузов. Приведены результаты измерений механических свойств образцов сварных соединений. Дана характеристика строения сварного шва.

Влияние добавок из различных материалов на физико-механические свойства покрытий на основе Ni-Cr при газотермическом напылении

Е.К. Фень

Описаны перспективные методы нанесения покрытий на основе Ni-Cr на рабочие поверхности деталей и конструкций, работающих в значительном диапазоне температур. Детонационный и сверхзвуковой плазменный методы позволяют повысить износостойкость и жароизносостойкость покрытия. Рассмотрено влияние добавочных материалов на свойства покрытий.

Концепция простейших систем роботизированной дуговой сварки

В.В. Ишуткин

Предложен простой по технологическому оснащению и доступный по стоимости вариант организации поточных систем роботизированной дуговой сварки, способствующий широкой роботизации сварочного производства, в частности, на предприятиях среднего и малого бизнеса. Рассмотрены возможные конфигурации систем и их технологические компоненты.

Методы активизации решения творческих инженерных задач

Г. И. Лащенко

В продолжение ранее рассмотренных методов активизации решения творческих инженерных задач рассмотрен такой метод, как функционально-стоимостный анализ (ФСА). Даны сравнительные характеристики ТРИЗ и ФСА, этапы выполнения работ при использовании ФСА. Приведены общая схема исследования объекта, его функциональная модель и функционально-стоимостная диаграмма.

Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 2

О.Г. Левченко, А.Т. Малахов

Описано воздействие оптического излучения (ОИ) на организм человека. Рассмотрены вопросы нормирования ОИ и основные действующие стандарты. Приведены методы контроля параметров ОИ и измерительные приборы, методы и средства защиты от вредного воздействия ОИ на организм человека.

Наплавления деталей будвельної й дорожньої техніки



Я. П. Черняк

Викладено досвід розробки технологій і техніки відбудовного дугового наплавлення деталей різних машин і механізмів будвельної й дорожньої техніки. Основна увага приділена відновленню швидкозношуваних деталей — ведучих зірочок гусеничної техніки, опорних і натяжних котків, шипів траків, опорно-поворотних пристроїв кранів і т.п. Запропоновані матеріали й технології, що дозволяють виконувати наплавлення деталей з вуглецевистих сталей.

Застосування контактного точкового зварювання для виготовлення елементів газоочисного пристрою парового котла

Б.В. Федотов, В.В. Михайлов, М.Ю. Трекало

Викладено технологію виготовлення фільтруючих елементів з переважним використанням точкового контактного зварювання. Дано режими точкового контактного зварювання різних сполучень товщин деталей фільтруючого елемента. Наведено результати випробувань дослідних фільтруючих елементів і дослідно-штатної партії.

Зварювання тертям з перемішуванням алюмінієвих сплавів при виробництві автомобільних напівприцепів

В.А.Бакшаев, П.А.Васильев, В.П.Трифонов, О.В.Христофоров, Р.О.Кайбышев, Д.В.Тагиров, С.С.Малофеев

Описано технологію зварювання тертям з перемішуванням при виготовленні алюмінієвих автомобільних напівприцепів, призначених для перевезення наливних і сипучих вантажів. Наведено результати вимірів механічних властивостей зразків зварних з'єднань. Дано характеристику будови зварного шва.

Вплив добавок з різних матеріалів на фізико-механічні властивості покриттів на основі Ni-Cr при газотермічному напылюванні

Є.К. Фень

Описано перспективні методи нанесення покриттів на основі Ni-Cr на робочі поверхні деталей і конструкцій, що працюють у значному діапазоні температур. Детонаційний і надзвуковий плазмовий методи дозволяють підвищити зносостійкість і жарозносостійкість покриття. Розглянуто вплив додаткових матеріалів на властивості покриттів.

Концепція найпростіших систем роботизованого дугового зварювання

В.В. Ишуткин

Запропоновано простий по технологічному оснащенню й доступний за вартістю розробки варіант організації потокових систем роботизованого дугового зварювання, що сприяє широкій роботизації зварювального виробництва, зокрема, на підприємствах середнього й малого бізнесу. Розглянуто можливі конфігурації систем і їхні технологічні компоненти.

Методи активізації рішення творчих інженерних завдань

Г. И. Лащенко

У продовження раніше розглянутих методів активізації рішення творчих інженерних завдань розглянуто такий метод, як функціонально-вартісний аналіз (ФВА). Дано порівняльні характеристики ТРИЗ і ФВА, етапи виконання робіт при використанні ФВА. Наведено загальну схему дослідження об'єкта, його функціональну модель і функціонально-вартісну діаграму.

Оптичне випромінювання при зварюванні й споріднених процесях. Частина 2

О.Г. Левченко, А.Т. Малахов

Описано вплив оптичного випромінювання (ОВ) на організм людини. Розглянуто питання нормування ОВ й основні діючі стандарти. Наведено методи контролю параметрів ОВ й вимірвальні прилади, методи й засоби захисту від шкідливого впливу ОВ на організм людини.

Технология нанесения PVD покрытий

Компания Platit (Швейцария) разрабатывает и производит оборудование для нанесения покрытий методом PVD (физическое осаждение из паровой фазы). Покрытия Platit соответствуют высоким стандартам технологии нанесения современных покрытий для инстру-



ментальных сталей и твердых сплавов. Толщина покрытий 1–10 мкм. Они характеризуются высокой однородностью, воспроизводимостью и высоким качеством.

Покрытия Platit снижают абразивный, адгезионный и луночный износ инструмента при «сухой», высокоскоростной обработке и при обработке с применением СОЖ. Покрытие Platit повышает стойкость инструмента и снижает коэффициент трения в пуансонах, матрицах и штампах.

Твердые покрытия Platit повышают производительность и качество поверхности форм для литья пластмасс и для изготовления деталей машин. Их можно наносить при температуре 200–500°C. Благодаря высокой твердости (до 36 ГПа) снижается абразивный износ, повышается надежность детали при «сухой» эксплуатации.

Установку Platit π^{300} применяют для нанесения покрытий на инструментальные стали (230°C), высокоскоростные стали (HSS) (350–500°C), твердые сплавы и керметы (350–600°C). Действие установки базируется на технологиях Platit Larc® Cerc® (боковые вращающиеся катоды и центральный вращающийся катод).

С помощью установки могут быть нанесены однослойные, многослойные, нанослойные, наногradientные, нанокomпозитные покрытия, а также комбинация этих покрытий. Стандартные покрытия: TiN, TiAlN, AlTiN, nAlCo (nc-AlTiN/a-Si₃N₄).

● #1234
ООО «Технополис» (Киев)

Техническая характеристика:

Напряжение питания, В.....	400
Сила тока (50–60 Гц), А.....	100
Время смены катода, мин.....	15
Габаритные размеры, мм.....	2350×1660×2300
Внутренние размеры камеры, мм.....	580×566×580

Новый вид сварки для железнодорожного полотна

На Енакиевском метзаводе Группы Метинвест освоена передовая технология сварки железнодорожного полотна.

Алюминотермитная сварка рельсов предназначена для удаления стыков железнодорожного полотна, которые в основном являются первопричиной «болезней» управления железнодорожного транспорта (УЖДТ). Неплотность, разноравность рельсовых соединений могут приводить к сходу подвижного состава, в результате чего возможны сбои в производственных процессах и повреждения подвижного состава. Новая же технология сварки позволяет создать бесстыковой путь. Это дает возможность увеличить скорость движения составов, сохраняя при этом безопасность для персонала.

Сварено уже 266 стыков на нескольких железнодорожных перегонах ЕМЗ. Апробация нового способа сварки на этих участках превзошла все ожидания. «Мы уже убеди-

лись на практике, что алюминотермитная сварка мобильна, экономична по времени и трудозатратам, — отметил директор по транспорту ПАО «ЕМЗ» Александр Забродин. — Минимальное количество персонала, используя малогабаритный переносной комплект оборудования, может сваривать рельсы любого профиля даже в труднодоступных местах, причем весь процесс (подготовка, сварка и обработка шва) занимает не более 40–50 минут».

Отметим, что ЕМЗ — единственное металлургическое предприятие страны, которое работает по новейшим технологиям. В ближайшее время УЖДТ ЕМЗ планирует приобрести сварочное оборудование и сырье, чтобы модернизировать железнодорожные магистрали предприятия своими силами. ● #1235

www.metalinfo.ru

Сварочные аппараты M-Pro

Серия сварочных аппаратов M-Pro компании Lorch (Германия) предназначена для MIG-MAG сварки тонколистовой стали с использованием газовых смесей и CO₂. В аппаратах используют принцип управления «три шага до сварки»: установка необходимой характеристики, установка уровня напряжения, точная установка проволоки. При выборе комбинации «материал-проволока-газ» определяют оптимальные сварочные параметры, а подача проволоки автоматически устанавливается в соответствии с выбранным уровнем напряжения. Управление обеспечивает двух- и четырехтактный режимы, а также регулирование точечной интервальной сварки.

Подача проволоки осуществляется двумя и четырьмя роликами, протяжка проволоки — с помощью кнопки управления, расположенной на механизме подачи проволоки.

Тележка для перевозки баллонов вместимостью 50 л с небольшой погрузоч-



Техническая характеристика сварочных аппаратов:

	M-Pro 170	M-Pro 300
Сила сварочного тока, А:		
при ПВ=100%	90	205
при ПВ=60%	110	235
ПВ при максимальной силе тока, %	25	35
Напряжение питающей сети, В ...	230–400	400
Сварочный газ	Смесь	Смесь+CO ₂
Сварочная проволока диаметром, мм:		
стальная	0,6–0,8	0,6–1,2
алюминиевая	1,0	1,0–1,2
Масса, кг	65	80
Габаритные размеры, мм	880×400×755	880×400×755

ной высотой оснащена двойным предохранительным устройством.

Высокую эффективность и малое потребление энергии аппаратов обеспечивает пониженное энергопотребление вентилятора.

Имеются также аппараты для пайки MIG (сила сварочного тока от 15 А для металлических листов толщиной от 0,5 мм).

Аппараты изготовлены и испытаны в соответствии с DIN EN 60974-1, маркированы знаками CE, S и IP 23.

● #1236
Компания Lorch (Германия)

В Украине изготовили гигантский слиток

На предприятии «Энергомашспецсталь» впервые в истории отлит крупногабаритный слиток массой 415 т.

«Изготовление такого слитка — настоящий технологический прорыв и, бесспорно, новая веха в развитии предприятия. Возможность отливки слитков такого масштаба — это открытые двери к освоению новых типов продукции для атомной, металлургической, нефтехимической и других отраслей промышленности», — заявил генеральный директор ОАО «Энергомашспецсталь» Максим Ефимов.

«Энергомашспецсталь» является крупнейшим производителем литых и кованных

изделий на Украине, входит в машиностроительный дивизион Росатома «Атом-энергомаш». Предприятие уже устанавливало рекорд по массе залитого слитка. Это было в сентябре 2010 г., сообщает пресс-служба «Энергомашспецстали». Тогда по заказу французской фирмы Thyssen Krupp Materials был изготовлен слиток массой 355 т.

На заводе имеют дело не только с крупногабаритным литьем. В начале года на предприятии был введен в эксплуатацию новый станок «Геркулес», который позволяет обрабатывать детали вращения массой до 300 т. Раньше такие детали приходилось отправлять на другие заводы.

● #1237

www.rusmet.ru

Наплавка деталей строительной и дорожной техники

Я. П. Черняк, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Детали ходовой части транспортных гусеничных машин эксплуатируются в условиях интенсивного изнашивания при трении металла о металл и наличии абразива. В некоторых случаях значительные ударные нагрузки ускоряют процесс изнашивания. В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны наплавочные материалы с высокими сварочно-технологическими свойствами, применение которых позволяет продлить ресурс работы быстроизнашивающихся деталей строительной и дорожной техники, таких как звездочки бульдозеров, тракторов, гусеничных кранов. Износ зубьев в этих деталях достигает 50% от их номинальных размеров. Ведущие звездочки изготавливают в основном из высокоуглеродистых литых сталей 55, 65Г, 110Г13Л, иногда для их изготовления используют чугуны. В состоянии поставки рабочие поверхности звездочки должны быть закалены до твердости 50–60 HRC₃. Но как показывает опыт, производители зачастую пренебрегают термической обработкой и поставляют звездочки в «сыром» состоянии с твердостью на контактных поверхностях 30–35 HRC₃.

Для восстановления зубьев ведущей звездочки крана КС 8165 грузоподъемностью 100 т, изготовленной из стали 55, разработана технология двухслойной наплавки зубьев (рис. 1). Для предотвращения образования трещин изношенную поверхность



Рис. 1. Внешний вид восстановленной ведущей звездочки крана КС8165

зуба облицовывали порошковой проволокой ПП-АН1, обеспечивающей получение пластичного подслоя. Для восстановления геометрии зубьев использовали порошковую проволоку ПП-АН199, обеспечивающую получение наплавленного металла с твердостью 43–52 HRC₃. Износостойкость этого наплавленного металла при трении металл о металл и наличии абразива превосходит сталь 55 более чем в два раза. Наплавку производили механизированным способом самозащитной порошковой проволокой.

Разработана технология наплавки опорно-поворотных устройств (ОПУ) кранов любых модификаций (КБ-403, КБ-406, краны на колесном ходу и др.). Отечественные производители оснащают краны унифицированными опорно-поворотными устройствами ОПУ-1190 (ОПУ-2), ОПУ-1400 (ОПУ-3), ОПУ-1450 (ОПУ-4), ОПУ-1600 (ОПУ-5), ОПУ-2240 (ОПУ-6), ОПУ-2500 (ОПУ-7). По своей конструкции ОПУ представляет собой крупногабаритный радиально-упорный роликовый подшипник большой массы (до 1,3 т). Детали ОПУ изготавливают из высокоуглеродистых низколегированных сталей марок 50Х и 50ХГМ.

В ОПУ механическому и усталостному изнашиванию подвержены беговые дорожки зубчатого колеса, верхняя и нижняя полуобоймы вследствие многократного передоформирования одних и тех же объемов металла. Для их наплавки использовали самозащитную порошковую проволоку ПП-АН202 диаметром 2 мм (рис. 2). Порошковая проволока ПП-АН202 позволяет наплавлять беговые дорожки ОПУ без подогрева. Наплавленный металл, полученный с применением этой проволоки, соответствует низкоуглеродистой высоколегированной хромомарганцевой стали, для которой характерна высокая износостойкость в условиях трения металла о металл и наличия абразива. Наплавленный металл упрочняется в результате воздействия высоких контактных нагрузок, что еще больше увеличивает его износостойкость. Технология восстановле-



Рис. 2. Полуобойма крана КБ-308А: а — характерный износ беговых дорожек; б — полуобойма после наплавки

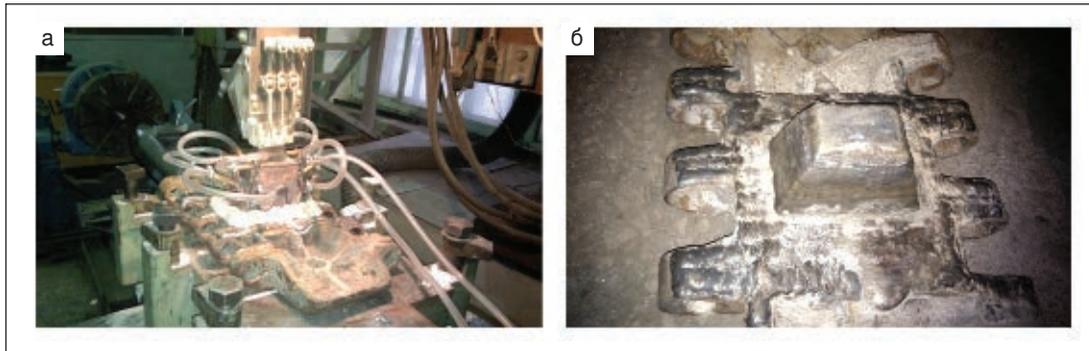


Рис. 3. Электрошлаковая наплавка шипа трака двумя лентами: а — процесс наплавки; б — восстановленный шип трака крана РДК-25

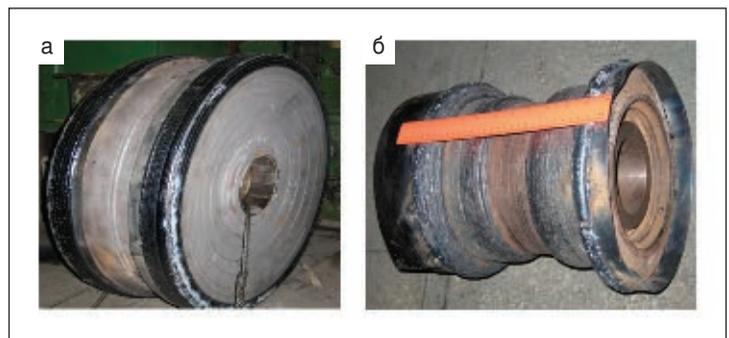


Рис. 4. Напавленные катки гусеничной техники: а — натяжной каток бульдозера диаметром 800 мм; б — поддерживающий каток экскаватора Аkerman EC450

ния беговых дорожек позволяет получить номинальный типоразмер опоры без снижения ее несущей способности.

Одной из наиболее быстроизнашиваемых деталей гусеничной техники является трак гусеницы. В одной гусеничной ленте, в зависимости от модели, в среднем около 80 траков. Ручная дугая наплавка не позволяет эффективно восстанавливать траки из-за длительности процесса. Разработана эффективная технология восстановления шипа трака электрошлаковой наплавкой двумя лентами. Гусеничные траки отливают из стали 55, для их восстановления предложено использовать холоднокатаную ленту 60×0,6 мм из стали 65Г. Применение электрошлаковой наплавки двумя лентами с формированием формы шипа трака в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе (рис. 3) позволило сократить время восстановления полностью изношенного шипа трака крана РДК-25 до 5 мин (чистое время

наплавки). Для наплавки одного шипа трака понадобилось 4 кг ленты. Себестоимость (без накладных расходов) восстановления шипа трака не превышает 20% стоимости нового трака.

В сопряжении с гусеничной лентой работают натяжные и поддерживающие катки, которые также подвержены интенсивному изнашиванию. Имеющиеся технологические возможности позволяют восстанавливать катки диаметром до 900 мм (рис. 4). Материал для наплавки выбирают в зависимости от материала катка. Наиболее часто для наплавки катков применяют такие наплавочные материалы: Нп-30ХГСА, ПП-АН194, ПП-АН198, ПП-АН199. Большой эффект дает восстановление катков импортной техники, так как стоимость запасных частей для нее высока.

В промышленности широкое распространение получила технология восстановления крановых колес дугая наплавкой.



Рис. 5. Восстановленное колесо раздвижных ворот ангара

Для наплавки используют сплошную проволоку Нп-30ХГСА, которая дает твердость наплавленного металла 200–300 НВ. В ИЭС им. Е.О. Патона была разработана экономнолегированная порошковая проволока ПП-АН194 (20ХГСП). Введение в качестве легирующего элемента фосфора позволило

увеличить твердость наплавленного металла до 30–40 HRC, без увеличения степени легирования. Присутствие в наплавленном металле фосфидов, которые работают как твердая смазка, и увеличение твердости позволяют повысить износостойкость наплавленного металла более чем в два раза по сравнению с износостойкостью металла при наплавке проволокой Нп-30ХГСА.

Отработку технологии наплавки с применением проволоки ПП-АН194 проводили при восстановлении колес диаметром 710 мм, устанавливаемых на раздвижных ангарных воротах. Для предприятия ДП «Антонов» были восстановлены четыре ведущих и четыре ведомых колеса, устанавливаемых на ворота ангаров (рис. 5). Эксплуатация в течение двух лет подтвердила высокую износостойкость наплавленного металла.

Разработанные технологии и материалы для наплавки позволяют с высокой эффективностью восстанавливать быстроизнашиваемые детали дорожной и строительной техники. Применение наплавки дает возможность сократить расходы на ремонт и техническое обслуживание. ● #1238

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Леониду Николаевичу Орлову — 70 лет

2 мая 2012 г. исполнилось 70 лет кандидату технических наук Леониду Николаевичу Орлову.

С 1971 по 1995 г. Леонид Николаевич работал в Институте электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. В 1980 г. решением Совета при ИЭС им. Е.О. Патона ему была присуждена ученая степень кандидата технических наук. В этот период своей деятельности Л.Н. Орлов занимался разработкой и внедрением порошковой проволоки. Порошковая проволока, используемая при автоматической сварке с принудительным формированием, нашла широкое применение в судостроении, при строительстве АЭС, магистральных трубопроводов, резервуаро- и мостостроении. Леонид Николаевич принимал участие в работе по линии СЭВ. В 1983 г. ему присуждена премия Совета Министров СССР в составе коллектива за создание прогрессивной технологии и оборудования (комплекс «Стык») для сварочных работ при сооружении магистральных трубопроводов.

Л.Н. Орлов — один из учредителей группы предприятий «ТМ. Велтек», организованной в 1993 г., которая в настоящее время является ведущим производителем порошковой проволоки для сварки и наплавки на постсоветском пространстве. Под руководством Л.Н. Орлова создано и производится 80 марок порошковой проволоки для сварки, наплавки и напыления. Благодаря активной деятельности и сотрудничеству со многими специалистами различных предприятий и институтов Леонид Николаевич Орлов завоевал высокий авторитет и уважение коллег.

От всей души поздравляем Леонида Николаевича с юбилеем, желаем здоровья, успехов и новых достижений.

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



ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»

Киев 03150, ул. Горького, 62

sales@et.ua, equip@et.ua

www.et.ua

т./ф. +380 44 200 8056 (многокан.), 248 73 36, 287 27 16, 287 26 17, 289 21 81

ВОЗРОЖДЕНИЮ ЭКОНОМИКИ



ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла

Б.В. Федотов, канд. техн. наук, **В.В. Михайлов**, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, **М.Ю. Трекало**, СКБК «Промышленная группа» (Санкт-Петербург)

В тепловых электростанциях, а также в судовых энергетических установках используют котлы КВТЗ, обеспечивающие давление пара до 4,2 МПа и температуру до 450°С. Такой поток пара подают для вращения основных турбин. В качестве топлива в котлах указанного типа используют природный газ или мазут. Для очистки отходящие газы, часть потока которых выбрасывается в атмосферу, а часть подается для вращения вспомогательных турбин энергетических установок, проходят через блоки очистительных элементов. В каждом блоке имеется четыре или пять элементов, приваренных сверху к коллекторной трубе прямоугольного сечения аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом.

Фильтрующий элемент (рис. 1) представляет собой своеобразную четырехгранную усеченную пирамиду с прорезями (окнами) на боковых гранях (рис. 2). Верхняя часть элементов приварена к коллекторной трубе, отходящие газы подаются в нижнюю (широкую) часть.

В настоящей работе кратко изложена технология изготовления фильтрующих элементов с преимущественным использо-

ванием точечной контактной сварки (ТКС). Работу проводили совместно лабораторией контактной сварки кафедры «Сварка и лазерные технологии» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета и специальным конструкторским бюро котлостроения «Промышленная группа».

Боковины фильтрующего элемента (четыре на каждый элемент) собирают из двух практически одинаковых деталей, изготовленных штамповкой из листовой аустенитной нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т толщиной 1 мм, которые накладывают друг на друга. Предварительную сборку пар штампованных деталей осуществляли на прихватках малого сечения, выполненных аргонодуговой сваркой, в центре боковых сторон штампованных деталей. Затем на отбортовке боковых сторон выполняли по две сварные точки (по краям) для окончательной сборки боковин элементов.

Все эксперименты по ТКС, а также ТКС опытных и опытно-штатных элементов выполняли на однофазной точечной контактной машине переменного тока, аналогичной по мощности машине марки МТ-1928. Режимы сварки отработывали на образцах-свидетелях, размеры литой зоны сварных точек измеряли штангенциркулем на пробе, разрушенной при испытании на скручивание. Размеры литых зон сварных точек соответствовали требованиям ГОСТ 15878. Режимы ТКС сборочных точек двух штампованных деталей боковин приведены в таблице.



Рис. 1. Общий вид фильтрующего элемента

Рис. 2. Боковина фильтрующего элемента

Наличие относительно длинных прорезей в боковинах элементов может привести в процессе выхлопа продуктов горения к повышенной вибрации узких перемычек металла, расположенных в нижней и средней частях боковины, где перемычки имеют относительно большую длину, а следовательно, и высокую гибкость. Поэтому в конструкции боковин элементов предусмотрена установка так называемых крючков — гнутых деталей из полосы нержавеющей стали 12Х18Н10Т толщиной 2 мм и шириной 10 мм, приваренных ТКС к перемычкам боковин для повышения жесткости перемычек в условиях вибрации. Поскольку крючки устанавливаются только на относительно длинных перемычках в нижней и средней частях боковин, то площадь проходных окон боковин для прохода выхлопных газов уменьшается незначительно.

Сварные точки формировали на сочетании шести толщин листовых деталей: 1+1+2+1+1+2 мм (1 крючок + 2 соседние перемычки). При этом следует учитывать, что указанные в цепочке толщины 2 и 2 мм относятся к одной гнутой детали и, таким образом, имеется цепь шунтирования сварочного тока. Визуальный контроль процесса ТКС показал, что цепь шунтирования тока (изогнутая часть крючка) не нагревается до высокой температуры (до свечения). Это свидетельствует об относительно невысокой силе тока шунтирования по сравнению с установленной силой вторичного тока сварочной машины.

Необходимо учитывать, что удельное сопротивление аустенитной нержавеющей стали даже при комнатной температуре не ниже 70 мкОм·см. Простейшая расчетная оценка сопротивления цепи шунтирования дает величину около 700 мкОм (в холодном состоянии при равномерном распределении силы тока по поперечному сечению крючка), что и обеспечивает относительно невысокую силу тока шунтирования.

Следует иметь в виду, что попытка изготовления всех деталей из углеродистых или низколегированных сталей приведет к резкому возрастанию силы тока шунтирования (удельное сопротивление таких сталей, как правило, не более 20 мкОм·см).



Таблица. Режимы ТКС при различном сочетании толщин деталей фильтрующего элемента

Сочетание толщин, мм	Сила сварочного тока, кА	Время сварки, с	Сварочное усилие, даН
1+1	5,0–5,5	0,20	400
1+1+2+1+1+2	8,0–10,0	0,26	500
1+1+1+1	7,0–8,0	0,22	460

Режим ТКС листовых деталей при сочетании шести толщин также приведен в таблице.

После описанной выше операции ТКС боковин фильтрующих элементов их собирали и фиксировали в кондукторе специальной конструкции для получения собственно фильтрующего элемента в виде усеченной четырехгранной пирамиды. Затем осуществляли ТКС по отбортовке (около 10 мм шириной) боковых ребер. Фактически проваривали исходный листовый материал в сочетании четырех толщин (1+1+1+1 мм). На каждом из четырех ребер выполняли 10 сварных точек примерно с равным шагом при длине ребра несколько более 200 мм. Режим сварки деталей этого сочетания толщин также приведен в таблице. Для различного сочетания толщин свариваемых деталей применяли различную форму рабочей поверхности электродов.

Первоначально было изготовлено и испытано несколько опытных фильтрующих элементов, а затем опытно-штатная партия из ста элементов, которые затем с помощью аргонодуговой сварки были собраны в рабочие блоки по 5 элементов в каждом. Эта работа была выполнена на производстве СКБК «Промышленная группа». ● #1239

Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов

В.А. Бакшаев, П.А. Васильев, В.П. Трифонов, ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель»,
О.В. Христофоров, Чувашский государственный университет,
Р.О. Кайбышев, д-р физ.-мат. наук, **Д.В. Тагиров, С.С. Малюфеев**,
 Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель» производит алюминиевые автомобильные полуприцепы, предназначенные для перевозки как наливных, так и сыпучих грузов. Преобладающим технологическим процессом является аргонодуговая сварка. Трудозатраты составляют значительную долю в себестоимости продукции. Очевидно, что в условиях серийного производства крупногабаритных изделий наибольший экономический эффект может быть достигнут при сварке покупного листового проката в картах увеличенных размеров, а оптимальным является способ сварки трением с перемешиванием.

Выпускаемые предприятием полуприцепы — двухсекционные цементовозы модели 964818 с цистерной вместимостью 34 м³ (рис. 1) и четырехсекционные зерновозы модели 964827 с цистерной вместимостью 55 м³ (рис. 2). Грузоподъемность полуприцепов 34 т. Конструкция автоцистерн, за исключением осей, выполнена полностью из алюминиевых сплавов: обечайки — из спла-

Рис. 1.
Цементовоз
модели
964818

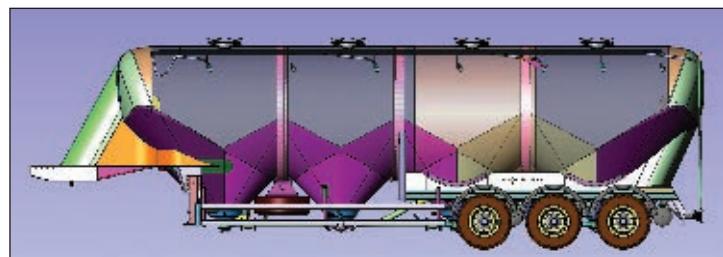


Рис. 2. Зерновоз 964827

ва 5083 (листовой прокат 8000×2500×5 мм), остальные детали — из сплава АМг5 (листовой прокат 7000×1500×5 мм). Треугольные несущие балки изготовлены из сплава АД31. Масса алюминиевой конструкции цементовоза составляет 2000 кг, зерновоза — 3000 кг. Загрузка автоцистерн производится через верхние люки, выгрузка — через нижние при подаче избыточного давления воздуха. Максимальный поперечный размер полуприцепов составляет 2550 мм.

Основными конструктивными элементами изделий являются обечайка, перегородки и днища. Обечайку полуприцепа изготавливают из листового алюминиевого проката путем гибки исходных листов на вальцах, сварки продольных швов и последующей стыковки и сварки кольцевых швов. Размеры заготовок для днищ и перегородок превышают поперечный размер покупного листового проката. Максимальный диаметр заготовки днища алюминиевого цементовоза составляет 3000 мм. Далее заготовку обрабатывают на станке PNC 135 ротационной вытяжки производства компании Leifeld. Качество изготовленной детали и трудозатраты определяются, в том числе, и способом сварки заготовки.

Оболочки алюминиевых цистерн изготавливают сваркой трением с перемешиванием с помощью станции, изготовленной компанией ESAB по техническому заданию предприятия. Описание конструкции станции, ее технические характеристики и выполненные специалистами предприятия доработки приведены в журнале «Заготовительные производства в машиностроении» №12, 2010. Способ сварки трением с перемешиванием был предложен Ю.В. Клименко (А. с. 195846 СССР // Б. И. 1967. Вып. 10) достаточно давно, однако применять его стали в последние 15 лет. В России этот способ сварки в серийном производстве

применяют в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева при изготовлении лейнеров высокого давления из алюминиевого сплава АМг6.

Предприятием освоен технологический процесс сварки алюминиевых сплавов АМг3 и АМг5 толщиной от 5 до 10 мм. Скорость сварки 50 см/мин. Листы толщиной 5,8 мм соединяют односторонней сваркой, более 8 мм – двухсторонней. Сварку выполняют инструментом производства ESAB, ресурс инструмента превышает 1000 м сварного шва. Специфической особенностью процесса является требование к минимальной величине зазора в стыке соединяемых деталей, в связи с чем необходима предварительная фрезеровка кромок (рис. 3). Высота рабочей части инструмента при односторонней сварке должна быть меньше толщины соединяемых деталей не более чем на 0,2 мм, что предъявляет особые требования к поставщику проката. Сварку выполняют в автоматическом режиме – загружают файл с записанными ранее технологическими параметрами: скоростью сварки, частотой вращения и усилием давления шпинделя, скоростью внедрения инструмента и временем выдержки перед началом движения.

Исследования механических свойств и строения сварных швов были проведены в лабораторном комплексе Белгородского государственного университета. В табл. 1 представлены результаты исследования механических свойств образцов сварных соединений из сплавов АМг5 толщиной 5 и 10 мм и АМг3 толщиной 8 мм, в табл. 2 – характеристика строения сварного шва.

На рис. 4 показан процесс сварки заготовки днища, на рис. 5 – готовые днища. На рис. 6 показана крупногабаритная деталь полуприцепа-цементовоза, изготовленная также с помощью сварки трением с перемешиванием.

С целью отработки технологических режимов сварки различных материалов и конструкции рабочего инструмента была изготовлена лабораторная установка для выполнения опытных работ. Лабораторная

Таблица 1. Результаты исследования механических свойств образцов сварных соединений

Образец	KCV, Дж/см ²	$\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ_5 , %	НВ
АМг5, 5 мм	51,5	157	320	26,0	83
АМг3, 8 мм	40,2	115	228	22,7	65
АМг5, 10 мм	53	172	338	24,5	89



Рис. 3. Установка для фрезерования кромки листов



Рис. 4. Сварка заготовки днища цементовоза

Таблица 2. Характеристика строения сварного шва

Образец	Характеристика сварного шва	Строение сварного шва
АМг5 толщиной 5 мм	Односторонний, разрушение в зоне основного металла	Зерна в ядре шва равноосные со средним размером 5,7±0,5 мкм. В основном металле зерна сплющены, средний продольный и поперечный размеры около 24,2±2,3 мкм, толщина около 11,5±1,1 мкм
АМг3 толщиной 8 мм	Односторонний, разрушение в зоне основного металла	Зерна в ядре шва равноосные со средним размером 4,5±0,5 мкм. В основном металле зерна сплющены, средний продольный и поперечный размеры около 34,5±3,5 мкм, толщина около 17,5±1,8 мкм
АМг5 толщиной 10 мм	Двухсторонний, разрушение в зоне термического воздействия	Зерна в ядре шва равноосные со средним размером 3,9±0,4 мкм. В основном металле зерна сплющены, средний продольный и поперечный размеры около 27,5±2,5 мкм, толщина около 13,5±1,3 мкм



Рис. 5. Днища цементовозов

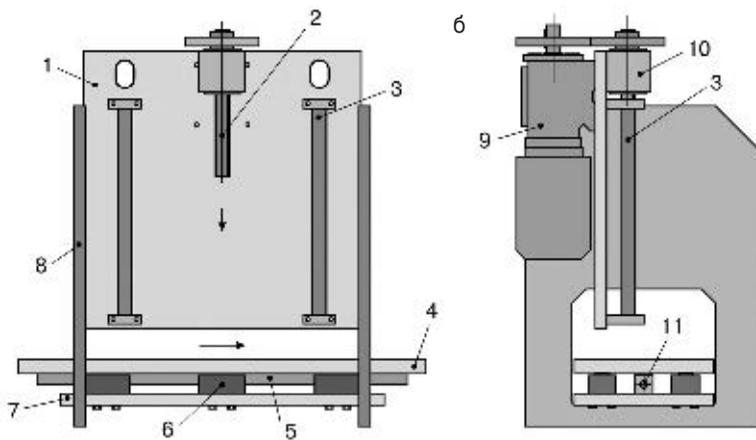


Рис. 6. Корпус цементовоза с фрагментом воронки, изготовленной с помощью сварки трением с перемешиванием

установка (рис. 7, а) состоит из силового каркаса (рис. 7, б) и шпиндельного узла (рис. 7, в). Силовой каркас обеспечивает необходимую жесткость конструкции. Он состоит из несущей плиты 1, установленной на боковых стенках 8 и опорной плите 7. На лицевой стороне несущей плиты располагается блок подачи 10 силового винта 2 и цилиндрические направляющие 3 типа SF30 компании SBC. На обратной стороне плиты установлен мотор-редуктор 9 типа MRD мощностью 0,75 кВт, связанный с блоком подачи посредством зубчатой передачи. На опорной плите 7 установлены каретки 6 типа HGH30 компании HIWIN, по которым перемещается подвижный стол 4 с рельсовыми направляющими 5 типа HGR30 компании HIWIN. Подача стола производится силовым винтом 11. Мотор-редуктор SF7152 компании King Right Motor с напряжением питания 24 В привода подачи на рисунке не показан. Несущим элементом шпиндельного узла (рис. 7, в) является плита 13 с фрезерованной выемкой для поворотной платформы 15, на которой смонтированы шпиндель 16 и асинхронный электродвигатель мощностью 2,2 кВт привода шпинделя 12. Передача вращения от вала электродвигателя на шпиндель осуществляется зубчатой ременной передачей. Гео-

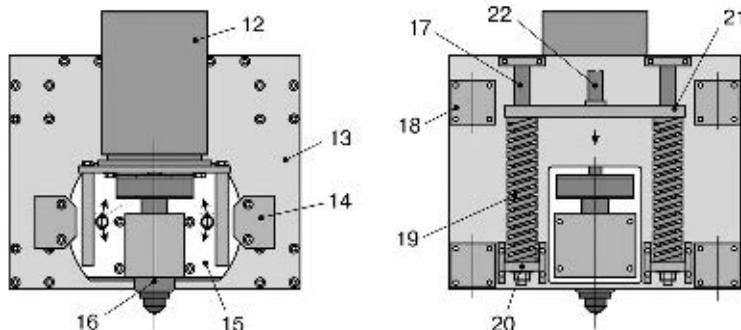


а



б

Рис. 7. Лабораторная установка для выполнения опытных работ:
а — общий вид;
б — силовой каркас;
в — шпиндельный узел



в

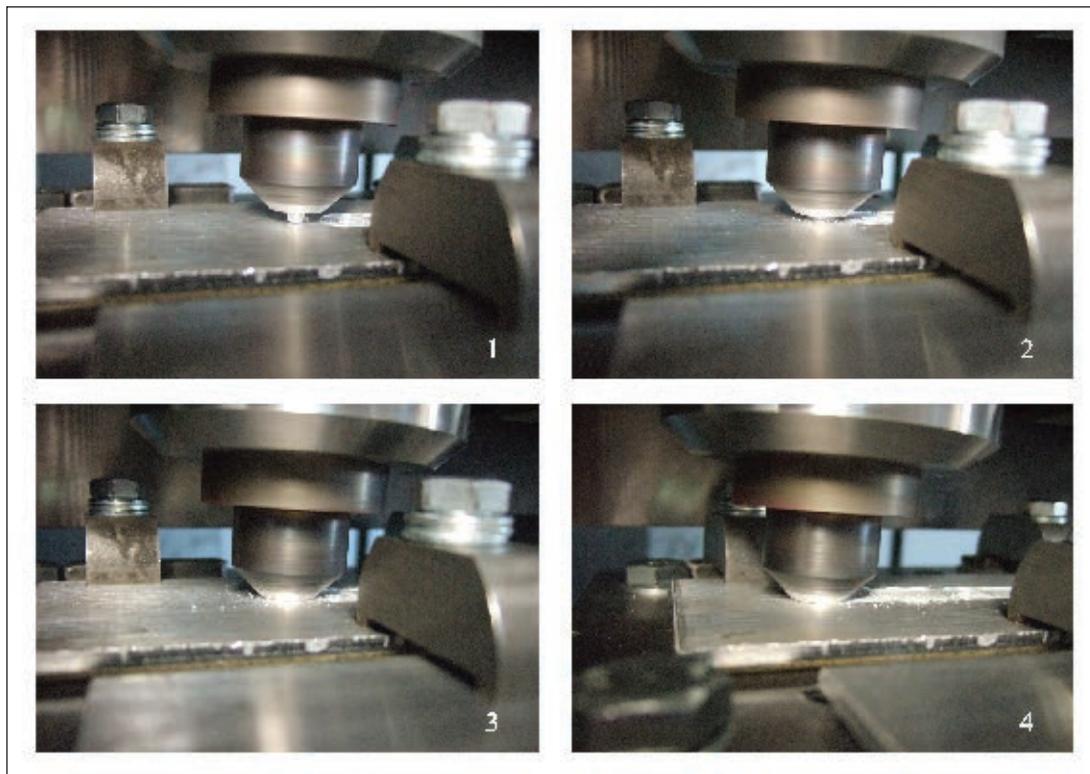


Рис. 8. Моделирование процесса сварки трением с перемешиванием на лабораторной установке

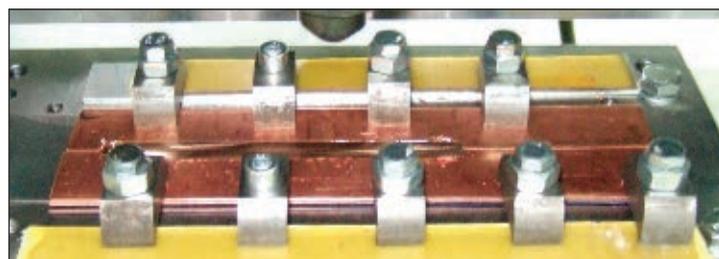


Рис. 9. Медные пластины после сварки трением с перемешиванием

метрия платформы позволяет вращение в вертикальной плоскости в пределах $\pm 2,5^\circ$. Установка шпиндельного узла на несущей плите 1 (рис. 7, б) выполнена с помощью подшипников 18 типа SCE30 компании SBC. На несущей плите 13 установлены также направляющие 17, фиксирующие в вертикальной плоскости пружины Stock Spring 19. Передача необходимого сварочного усилия от силового винта 2 на шпиндель 16 происходит по цепочке: силовой винт 2 – пластина 21 – пружины 19 – упоры 20 – плита 13 – шпиндель 16. Величина усилия контролируется косвенным способом по сжатию пружин 19. Коэффициент жесткости последних является паспортной характеристикой и равен $c = 127 \text{ Н/мм}$. Максимально достигаемое при этом усилие составляет 20 кН. Данная схема позволяет обойтись без применения гидравлической системы с контроллером давления в гидроцилиндре при проведении сварочных работ в режиме постоянного давления. Частота вращения электродвигателя привода шпинделя задается частотным преобразователем E2-8300-003H компании «Веспер». Мощности электродвигателя достаточно для сварки листов из сплава АМг5 толщиной 3 мм. Скорость подачи стола в диапазоне 8–22 см/мин задается выходным напряжением источника питания Б5-71 в пределах 10–27 В. Частота вращения мотор-редукто-

ра 9, определяющая скорость подачи силового винта 2, задается частотным преобразователем E2-8300-001H.

На рис. 8 показан процесс внедрения и последующего движения инструмента при моделировании процесса сварки алюминиевого сплава. На рис. 9 показаны пластины меди толщиной 4 мм после сварки.

Принципиальными преимуществами данного способа сварки являются следующие: отсутствие остаточных механических напряжений, отсутствие расходных материалов, отсутствие вредных выбросов и светового излучения, увеличенная скорость сварки, уменьшенное энергопотребление, возможность сварки разнородных материалов. В условиях производства крупногабаритных изделий из алюминиевых сплавов данный технологический процесс позволяет получать листы-заготовки значительных размеров, что снижает трудоемкость сварочных работ и уменьшает расход металла за счет рационального раскрытия при резке. ● #1240

Влияние добавок из различных материалов на физико-механические свойства покрытий на основе Ni-Cr при газотермическом напылении

Е.К. Фень, канд. техн. наук, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Применение современных материалов для защитных покрытий — кардинальное и технологически эффективное решение проблем увеличения надежности и долговечности машин и механизмов. Защитные покрытия позволяют экономить металл изделий и конструкций, увеличивать их долговечность, сокращать затраты энергии для их производства, а также дают возможность создавать принципиально новые изделия.

Для деталей и конструкций авиационной техники, работающих при значительных перепадах температур, знакопеременных нагрузок, агрессивных сред и т. п., требуется точный подбор химического состава исходного материала для покрытия и метода его нанесения при восстановлении изношенных и упрочнения новых изделий. Наиболее перспективными методами нанесения качественных покрытий из порошковых материалов являются детонационный и сверхзвуковой плазменный.

Детонационный метод нанесения покрытий применяют тогда, когда площадь напыляемой детали или конструкции не-

большая, чтобы расход напыляемого материала составлял не менее 80%. Для этого метода нанесения покрытий используют детонационные установки «Днепр», «Молния», АДУ-ЗСЛ и др. В качестве детонирующей смеси применяют ацетилен (или пропан-бутан) — кислород (или воздух) с отсекающим газом — азотом. Пористость покрытий не более 1%.

Сверхзвуковой плазменный метод позволяет наносить покрытия на большую площадь детали или конструкции с большой производительностью и коэффициентом использования напыляемого материала более 80%. Пористость покрытия не более 1%. Для нанесения таких покрытий применяют, как правило, установку «Киев-7» с модернизированным плазмотроном ПУН-1, в качестве плазмообразующего газа используют метан (или пропан-бутан) — воздух.

Химический состав покрытий на основе Ni-Cr и добавки других металлов и соединений для износостойких и жароизносостойких покрытий подобран так, чтобы при формировании структуры покрытий в ней содержалось не менее 20–25% упрочняющих фаз. Жаростойкость покрытий зависит от количества упрочняющих фаз. Если основной составляющей является γ -фаза, то рабочая температура покрытия будет более высокой.

Рассмотрим влияние добавок из различных материалов на свойства покрытий на основе Ni-Cr.

Впервые в качестве добавок были применены скандий, гидриды иттрия и лантана, гексаборид лантана, двойной карбид титана и хрома, нитрид алюминия, что зафиксировано авторскими свидетельствами СССР и патентами Украины, а также ТУ и ТИ ИПМ НАН Украины.

Перечень добавочных материалов, влияющих на свойства покрытий на основе Ni-Cr, приведен в *таблице*.

Таблица. Добавочные материалы, влияющие на свойства покрытий

Свойства покрытий	Добавочные материалы
Износостойкость	Cu, Si, TiC, Cr ₃ C ₂ , WC, VC, TiC-Cr ₃ C ₂ , AlN, SiN, BN, MoS ₂
Прочность сцепления	Y, La, Sc, Mo, Mn, V, Al, Ti, LaB ₆ , SiN, YH ₂ , LaH, MoSi ₂
Жаростойкость	Y, La, Sc, Hf, Ti, Zr, W, Co, Cr ₃ C ₂ , TiB ₂ , YH ₂
Коррозионная стойкость	Ta, W, Si, B, CrB
Коррозионная жаростойкость	SiN
Коррозионная износостойкость	SiC, TiB ₂ -CrB ₂ , TiB ₂
Термостойкость	Hf, TiB ₂
Стабильность структур	Mn, Nb, Hf
Окислительная стойкость	SiO ₂ , YH ₂
Аморфизация структур	Mn, B, Si
Твердость	TiC, TiC-Cr ₃ C ₂ , B ₄ C

Скандий был взят вместо иттрия, так как Украина имеет значительный запас руд с высоким содержанием в них скандия. Применение скандия или скандия вместе с иттрием позволяет значительно повысить жаростойкость, износостойкость и твердость покрытий, по сравнению с использованием только одного иттрия, это показали предварительные исследования автора. Кроме того, желательно использовать сплав AlSc, в котором массовое содержание скандия составляет 5%, что делает его относительно недорогим.

Гидриды вышеуказанных материалов обеспечивают повышение жаростойкости при высоких температурах и прочность сцепления с основой за счет уменьшения оксидных слоев покрытия с алюминием, т. е. они способствуют удалению кислорода из покрытия. Итрий при повышенных температурах взаимодействует с углеродом и создает четыре стабильных карбида: Y_3C , Y_2C_3 , YC_2 , $Y_{15}C_{19}$, а лантан — LaC_2 и La_2C_3 .

Введение гафния, тантала, ниобия, циркония, титана, молибдена, марганца, ванадия и вольфрама в состав материала на основе Ni-Cr, Ni-Cr-(Co)-Al-Y или Ni-Cr-B-Si способствует повышению износостойкости, жароокислительной стойкости и прочности сцепления покрытия с основой при высоких температурах. Кроме того, марганец и ванадий способствуют образованию микрокристаллической структуры покрытия, а гафний увеличивает термостойкость. Тантал с кремнием образует силициды типа TaSi, TaSi₂, TaSi₃, устойчивые против действия кислот и щелочей. Цирконий с алюминием и кремнием образуют сложный оксид, защищающий от воздействия кислот и щелочей при высоких температурах, а ниобий устраняет высокотемпературную нестабильность структур.

Металлоиды (бор и кремний) способствуют повышению коррозионной стойкости при высоких температурах за счет создания оксидов (при высоких температурах SiO₂), а бор образует с алюминием соединение AlB₂ при температуре 800°C.

Гексаборид лантана намного увеличивает прочность сцепления покрытия с основой, а также износостойкость покрытий, образуя с никелем при температурах 1500–1600°C соединения типа LaNi₁₂B₆.

Двойной борид хрома и титана, а также борид титана способствуют повышению коррозионной стойкости покрытий, жаро- и термостойкости за счет создания твердых растворов бора в никеле.

Дисилицид молибдена увеличивает жаростойкость покрытий, образуя при высоких температурах соединения SiO и SiO₂, и прочность сцепления.

Диоксид кремния при высоких температурах является изолирующим слоем покрытия от интенсивного их окисления внешней средой.

Карбиды хрома и титана, двойной карбид титана-хрома марки ПСТУХ, а также карбиды кремния, ванадия и вольфрама увеличивают износ- и жароизносостойкость как при комнатной температуре, так и при повышенных температурах, а карбид бора увеличивает твердость покрытия.

Нитрид алюминия повышает износ- и жаростойкость, а нитрид кремния — износ- и коррозионную стойкость при температурах выше 1000°C. Нитрид бора используется как сухая смазка.

Добавки алюминия и молибдена в составе самофлюсов (Ni-Cr-B-Si) позволяют получать повышенные характеристики прочности сцепления покрытий с основой за счет создания соединений никеля с алюминием NiAl с температурой плавления выше температуры плавления каждого из компонентов, а молибдена с никелем — за счет создания γ - и β -фаз ($MoNi_3$, $MoNi_4$), а также за счет выделения боридов никеля. Добавки марганца способствуют быстрому охлаждению расплава, получению аморфной структуры. Добавки титана увеличивают жаростойкость покрытия, а добавки меди и дисульфида молибдена — износостойкость.

Основные свойства покрытий на основе Ni-Cr достигаются за счет их легирования. Легирующие материалы подразделяются на три группы. К первой группе элементов, которые упрочняют твердый раствор на основе никеля, относятся кобальт и молибден. Они образуют разные карбидные фазы типа M_7C_3 , $M_{23}C_6$, M_6C , имеющие тенденцию к упрочнению основы.

Во вторую группу входят алюминий, титан, ниобий, тантал, которые увеличивают прочность покрытия, а также образуют интерметаллидные соединения типа Ni₃Al более сложного состава. Алюминий, как и хром, образуют защитные пленки, повышающие окислительную стойкость сплава, а также прочность сцепления с основой и уменьшают интенсивность изнашивания покрытия.

Третью группу элементов составляют углерод, бор, цирконий, иттрий, лантан, скандий. Их нужно применять в малом количестве в составе материала покрытия для

создания фаз внедрения, которые упрочняют границы зерен сплава.

Разработанные материалы получают методом расплавления самофлюсующихся сплавов и других металлов (с температурой плавления между собой не более 300°C) в индукционной печи в вакууме (кроме тугоплавких соединений) с последующим распылением их в защитной атмосфере на установке УРС-40. Распыленный материал смешивают механическим способом с тугоплавкими соединениями в специальных шнеках или подобно методу получения композиционных порошков на органических связках механическим способом. Аналогично получают материалы и соединения на основе Ni-Cr-(Co)-Al-Y с различными добавками как металлов, так и тугоплавких соединений.

Исследования показали, что для детонационного нанесения покрытий нужны порошки из сплавов с размером частиц 20–63 мкм, а из тугоплавких соединений – 20–40 мкм. Для сверхзвукового плазменного метода нанесения покрытий используют порошки из сплавов с размером частиц 40–100 мкм, а из тугоплавких соединений – 40–80 мкм.

Структура покрытий при сверхзвуковом плазменном методе их нанесения отличается от структуры, полученной при детонационном методе, тем, что она имеет слоистый характер, тогда как при детонационном методе она состоит из нескольких фаз и туго-

плавких включений, хотя основные физико-механические свойства покрытий почти идентичны независимо от метода их нанесения.

Для восстановления или упрочнения деталей авиационной техники были использованы следующие материалы: сталь 40Х, титановый сплав ВТЗ-1, сплавы ЭИ437, ЭИ598, ЭИ961, ЖС6У, ВЖЛ-12У, Х18Н10Т.

Создан целый ряд износ- и жароустойчиво-коррозионностойких порошковых материалов для газотермического напыления их на детали и конструкции авиационной техники. Такая широкая гамма материалов и методы их напыления обусловлены тем, что для восстановления или упрочнения деталей необходимо знать, при каких режимах и температурах работает конкретная деталь; каковы требования к физико-химическим свойствам как к детали, так и к покрытию данной детали. Нужно выбирать метод нанесения покрытия (детонационный или сверхзвуковой плазменный) с учетом расхода порошка, состава газов, экономии энергоресурсов, размера детали, себестоимости, необходимого оборудования и его эффективности. База полезных ископаемых страны также имеет влияние на производство материалов для покрытий.

Все это обуславливает возможность создания покрытий для деталей и конструкций более высокого класса, с высокими физико-механическими свойствами. ● #1240

III Международная научно-техническая конференция «Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития»

2–5 октября 2012 г. (Краматорск)

Конференция, посвященная 60-летию Донбасской государственной машиностроительной академии (ДГМА), пройдет на базе ДГМА при поддержке и активном участии ИЭС им. Е.О. Патона, ПАО «Азовмаш», ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод», завода автогенного оборудования «Донмет» и Магдебургского университета им. Отто фон Геррике.

Тематика конференции:

- прогрессивные технологические процессы получения сварных и паяных соединений из стали, чугуна, цветных металлов, сплавов и других материалов;
- перспективные сварочные материалы;
- теория процессов сварки и наплавки;
- перспективные технологии модифицирования, легирования и внешних воздействий на металл сварных соединений;
- математическое, физическое, имитационное моделирование, компьютерные и информационные технологии в сварочном производстве;
- механизация и автоматизация процессов сварочного производства;
- перспективные методы контроля качества сварных соединений;
- менеджмент и экономика сварочного производства;
- экологические проблемы процессов сварки;
- подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров для сварочного производства и смежных областей.

Адрес: Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА), ул. Шкадинова, 72, 84313, г. Краматорск, Донецкая обл., Украина.

Контактные телефоны:

Кафедра ОиТСП ДГМА

(+38-0626) 41-47-78

+38-050 8-444-613

(Волков Дмитрий Анатольевич),

+38-095 24-555-37, +38-097 444-66-13

(Голуб Денис Михайлович)

E-mail: sp@dgma.donetsk.ua;

goldenmih@ukr.net; goldenmih@mail.ru

OrbiMAG – ПРОСТАЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СВАРКА



- Квалифицированные сварщики больше не требуются!
- Механизированная сварка методом MAG неповоротных труб диаметром более 100 мм
- Сварка корневого шва с зазором без подкладок по немецкой технологии EWM-pipeSolution®
- Сварка заполняющих и лицевых слоёв порошковой проволокой
- Широкий выбор стандартных присадочных материалов
- Цена комплекта оборудования от 20 тыс. €
- Plug & Weld. Подключай и Вари



Больше информации:
www.otm-co.net
 тел./факс: +380 (57) 7807081



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

Разработка и изготовление оборудования

для механизированной дуговой наплавки



PM
УН-5

Диаметр до 1200 мм
 Длина до 4000 мм
 Вес до 5000 кг

Установки для наплавки деталей с указанными габаритами и весом

PM
УН-15

Диаметр до 2000 мм
 Длина до 6000 мм
 Вес до 15000 кг



MTI MIGATEH industries

ISO9001:2000

Установки складання таврових балок серії HZJ



1. Довжина конструкції 600-1500 мм
2. Ширина головки 206-1908 мм, товщина пласти 9-80 мм.
3. Висота стійки 200-3000 мм, товщина стійки 8-75 мм.
4. Швидкість складання 0,5-4,5 м/хв.



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

www.migateh.com.ua

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРЕГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ

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



**ТРИАДА
СВАРКА**

SPONORS: Fronius, ABICOR BINZEL, ASKAYNAK, SCSMA
 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
 СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Украина,
 г. Запорожье,
 ул. 40 лет Сов. Украины,
 82, оф. 79

тел.: (061) 220-00-79
 (061) 213-22-69

факс: (061) 233-10-58
 (0612) 34-36-23

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

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

sales@triada-welding.com

www.triada-welding.com

Концепция простейших систем роботизированной дуговой сварки

В.В. Ишуткин, Инженерная фирма «ИНТО» (Запорожье)

В последнее время системы роботизированной дуговой сварки RAW (Robotic Arc Welding) представляют все больший интерес для отечественных производителей. Причина такого интереса — современные требования к качеству сварных швов, производительности технологических систем и растущий дефицит квалифицированной рабочей силы. Относительно высокая стоимость систем RAW, предлагаемых сегодня ведущими зарубежными фирмами, препятствует их широкому применению в первую очередь на предприятиях среднего и малого бизнеса.

Предлагаемая концепция представляет собой простой и доступный вариант организации систем RAW, позволяющий специалистам предприятия освоить программирование и технику сварки с помощью робота, проектирование технологической оснастки и создать условия для дальнейшей самостоятельной разработки систем любой конфигурации.

Концепция базируется на следующих положениях:

- при разработке технологических систем важно соблюдать оптимальное соотношение их технического уровня и стоимости;
- поточную роботизированную сварку большинства конструкций можно выполнять с заданной производительностью и без трансфера (межоперационной

передачи) изделий или сварочных роботов, т. е. без использования дорогостоящих программируемых позиционеров, порталов, сварочных колонн и трекков;

- подавляющее большинство современных РТК дуговой сварки являются не автоматическими, а автоматизированными системами, работающими в «режиме оператора»;
- установку деталей и съем изделия осуществляют вручную, т.е. присутствие в системе человека неизбежно в связи с известными сложностями автоматизации сборки деталей под сварку.

Таким образом, простейшие системы роботизированной дуговой сварки SARS (Simplest Arc Robotics Systems) — это точные технологические системы, для которых характерно следующее:

- отсутствуют специальные транспортные средства для трансфера;
- смену позиций обработки выполняют сварочный робот (поворотом вокруг оси S) и оператор;
- сборку/съем изделий и позиционирование оснастки осуществляют вручную;
- сварочные роботы и технологическая оснастка установлены стационарно.

В отличие от традиционных модулей РТК элементарным технологическим форматом SARS является станция — стационарная система с двумя сварочными позициями (рис. 1).

Технологическую оснастку SARS и инфраструктуру системы проектируют и изготавливают силами предприятия. Покупные изделия — это сварочный робот и сварочное оборудование. Основа системы управле-

Рис. 1. Технологические схемы станций SARS: а — линейная; б — угловая; в — параллельная

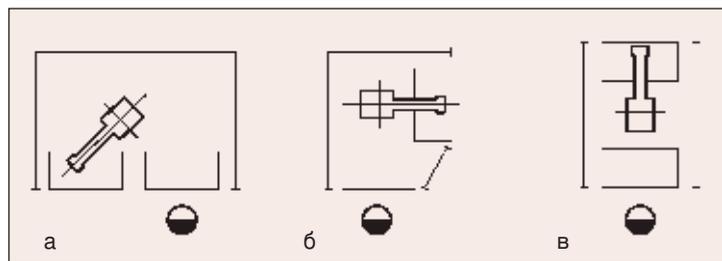
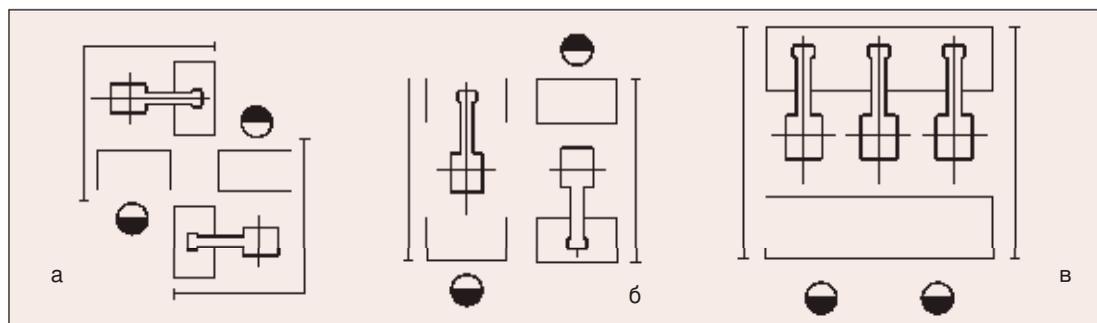


Рис. 2. Технологические схемы некоторых блоков SARS



ния — контроллер сварочного робота. Обучение специалистов программированию, обслуживанию и диагностике проводит фирма-поставщик роботов или ее региональные представители. Более крупным технологическим форматом SARS является блок (рис. 2). И, наконец, блоки, расположенные линейно или в другой конфигурации, образуют комплексы.

Факторами, ограничивающими применение SARS, являются размеры рабочей зоны робота, масса и размеры свариваемого изделия. Ширина свариваемых в SARS конструкций может достигать 3000 мм, длина — до 3000 мм в станциях и до 6000 мм в блоках. Сварку длинномерных конструкций производят несколькими роботам с перекрытием их рабочих зон. Широкие (более 1500 мм) изделия следует сваривать за две установки с разворотом изделия в горизонтальной плоскости на 180° перед второй установкой.

Технологическая оснастка SARS — стационарные или поворотные (с закреплением приспособления во вращающихся центрах) кондукторы. Для сварки различных изделий целесообразно создавать размерный ряд и унифицировать основные элементы конструкции кондукторов, что позволит значительно снизить затраты на подготовку производства. Нагрузка на пост не должна превышать 1000 кг, при этом усилие ручного поворота составит не более 20 Н на плече 0,5 м.

Скептики могут обратить внимание на факт применения ручного поворота позиционеров в самых современных системах RAW, например, в сварочных ячейках фирмы Panasonic (серия PA-MT, PA-MT-XL, PA-MT-XXL) смену позиций поворотного стола осуществляют вручную. Сварочный робот и кондуктор целесообразно устанавливать на общей платформе, являющейся также основанием для установки ограждения, разводов энергоносителей и других элементов системы. Для защиты оператора от воздействия сварочной дуги можно использовать технические решения, применяемые в системах ArcWorld, FabWorld фирмы Yaskawa Motoman или в системах PerformArc фирмы Panasonic. Несмотря на невысокий уровень механизации и кажущуюся примитивность, SARS является единственной системой среди всех технологических систем дуговой сварки, включая традиционные системы RAW, имеющей приоритеты по всем основным показателям (табл. 1, 2). Доказательством этому служат следующие преимущества SARS:

Таблица 1. Основные приоритеты систем дуговой сварки

Виды систем	Качество изделий	Производительность	Стоимость изделий	Эксплуатационная надежность	Гибкость системы
MMA	–	–	+	+	–
MIG-MAG	–	–	+	+	+
GMAW, SAW	+	+	–	–	–
RAW	+	+	–	–	+
SARS	+	+	+	+	+

Таблица 2. Сравнительные характеристики систем RAW

Характеристика	Конвейерные системы	Челночные системы	Поворотные столы	SARS
Такт выпуска t $A = tW + tR$ $B = tt + tp$	$A + tt + tF$	$A + tt$	$A + B$	A
Наличие специальных транспортных средств для трансфера	+	+	+	–
Количество позиций, обслуживаемых сварочным роботом	1	1	1	2
Объект трансфера	Спутник	Спутник Оператор	Спутник	Робот Оператор

Примечание. tW — время горения дуги; tR — время позиционирования робота; tt — время трансфера; tp — время позиционирования оснастки; tF — время фиксации оснастки.

- при прочих равных условиях дополнительной гарантией получения качественного сварного соединения является наименьшее количество возможных отклонений линии сварного шва;
- высокая производительность за счет отсутствия на сварочных позициях затрат времени на фиксацию, позиционирование и трансфер;
- низкая стоимость системы (в зарубежных системах стоимость средств трансфера и позиционирования составляет обычно более 50% стоимости всей разработки);
- высокая эксплуатационная надежность благодаря отсутствию дополнительных приводов и механизмов, элементов системы управления;
- значительная гибкость системы, т. е. возможность варьирования последовательности сварки, сборки и позиционирования на разных позициях, а также возможность быстрой переналадки унифицированных компонентов технологического оснащения для сварки изделий широкой номенклатуры.

Внедрение SARS на отечественных предприятиях может стать шагом на пути освоения современных сварочных технологий и широкой роботизации сварочного производства.

• #1241

Методы активизации решения творческих инженерных задач*

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

Функционально-стоимостный анализ. В советской литературе функционально-стоимостный анализ (ФСА) определен как метод системного исследования объекта (изделия, процесса, структуры), направленный на оптимизацию соотношений между потребительскими свойствами и затратами на создание и использование объекта. Аналогичное определение ФСА дает и Американское общество специалистов по ФСА (Society of American Engineering): функционально-стоимостный анализ — это системное применение определенной техники, которая устанавливает стоимость функции в денежном отношении и обеспечивает необходимую надежность функции на основе минимальных полных затрат.

Появление ФСА связано с именами двух инженеров: американского Л.Д. Майе-ла и советского Ю.М. Соболева. Именно их идеи, высказанные в конце 1940-х — начале 1950-х годов, легли в основу ФСА.

Конечной целью ФСА в общем виде можно считать разработку средств контроля над затратами на любой стадии жизненного цикла изделия. Эти средства должны обеспечить уменьшение затрат, сохраняя на требуемом уровне качество и надежность изделия. Технология применения этих средств дает возможность отделить нужное от ненужного. Это касается как функций, так и затрат на их выполнение.

Многие авторы считают методы ТРИЗ и ФСА идентичными, одни отдают предпо-

чтение ТРИЗ, другие — ФСА. Однако в самих определениях и характеристиках этих методов имеются различия (таблица).

ТРИЗ решает только определенный круг задач — технических. Функционально-стоимостный анализ выявляет и устраняет противоречия технико- и организационно-экономические, т. е. охватывает более широкий спектр задач. Если рассматривать ФСА применительно только к техническим системам, то и здесь можно найти существенные отличия его от ТРИЗ в методике и процедурах проведения.

Обычно техническая (инженерная) задача должна содержать указания на то, что дано, и на то, что требуется получить, т. е. должна отражать следующие требования:

- какую характеристику объекта нужно изменить;
- какие характеристики нельзя менять;
- какие расходы снизятся, если будет решена задача;
- каковы допустимые затраты;
- какой главный технико-экономический параметр нужно улучшить.

Три последних требования нельзя в полной мере сформулировать на основе ТРИЗ. Заключительным шагом в решении технической задачи является определение технического противоречия.

Таблица. Сравнительные характеристики ФСА и ТРИЗ

Сравниваемые положения	Характеристики	
	ФСА	ТРИЗ
Цель	Минимизация затрат при обеспечении (сохранении) функциональной полезности и качества изделий. Решение технико-экономических и организационно-экономических противоречий	Найти и устранить технические (физические) противоречия
Теоретическая основа	Принципы функциональной организации систем. Принципы ФСА, теория экономической эффективности	Результаты обобщения статистических данных, тенденции развития технических систем (ТС)
Объект исследования	Системы всех видов (технические, организационно-технические, социально-экономические)	ТС
Используемые методические инструменты	Социальный алгоритм, функциональное моделирование. Методы активизации творчества (мозговой штурм, морфологический анализ и т. д.). Экспертные методы. Аналитические методы. Методы приближенной оптимизации	Специальный алгоритм. Приемы и таблицы устранения технических противоречий (ТП). Вепольный анализ
Наличие оценочных операций и критериев выбора	Оценка степени совершенства решения с точки зрения функционально-структурной организации. Оценка сложности решения. Оценка решения по комплексному критерию с учетом функционально необходимых затрат и качества исполнения функций	Количественные и качественные критерии не имеют четко выраженной формы. Методы оценки не регламентированы

* Окончание. Начало см. «Сварщик» №1, 2–2012.

Различие в построении моделей технических систем в ходе ТРИЗ и ФСА обусловлены самой природой этих методов. Созданию модели объекта по теории ФСА предшествует анализ внешних и внутренних связей объекта, в то время как в соответствии с ТРИЗ переходят сразу к выделению конфликтующих пар, минуя стадию тщательного анализа, что приводит к несколько одностороннему представлению об объекте и невозможности его полного логического описания.

Согласно ФАС, в любом объекте (системе) имеются затраты, необходимые и излишние. Необходимые затраты — это затраты на выполнение объектом его полезных функций. Излишние затраты — это результат конструктивной избыточности, допущенной в данной объекте (системе) при традиционном предметном подходе к его созданию.

Используя ФСА для совершенствования конкретного объекта (системы), выделяют такие последовательные этапы выполнения работ: подготовительный, информационный, аналитический, творческий, рекомендательный, этап внедрения.

Каждый этап состоит, в свою очередь, из работ и процедур, которые в совокупности могут быть представлены в виде рабочего плана ФСА.

Подготовительный этап ФСА предполагает проведение подготовки специалистов, формирование исследовательской (временной) рабочей группы (ИРГ), выбор объекта анализа и определение целей исследования, подготовку перечня требуемых информационных материалов, касающихся объекта анализа, составление, обсуждение и уточнение плана проведения исследований.

Основными задачами **информационного этапа** являются сбор, систематизация и всестороннее изучение информации об объекте ФСА. Данный этап нередко называют фундаментом ФСА, потому что от полноты и достоверности собираемой информации, правильности ее обработки и изучения во многом зависит успех последующих этапов функционально-стоимостного анализа.

На информационном этапе осуществляют построение структурной модели объекта, в которой раскрывают взаимосвязи его элементов; строят технологическую схему изготовления изделия; исследуют условия применения объекта; изучают патентную информацию. На этом же этапе может быть выполнено первичное формулирование

функций, построен первый вариант функциональной модели.

Объем и глубина проработки данных на информационном этапе определяются важностью задач, поставленных перед исследовательской группой, и накопленным опытом проведения ФСА. Информационный этап считают выполненным, если в результате проведенных работ получены:

- первые варианты структурно-элементной и функциональной моделей изучаемой системы;
- уточненная формулировка задачи на уровне «как она понята»;
- перечень предложений членов рабочей группы по детализации хода анализа и совершенствованию конструкции;
- реферат по результатам изучения литературных и патентных данных;
- структурная схема объекта;
- схема «система в надсистеме».

Аналитический этап создает предпосылки для последующего решения задачи на творческом этапе ФСА. Поэтому содержанием аналитического этапа является более глубокое изучение объекта и установление связей между его элементами, функциями, а также между объектом и окружающей средой в конкретных условиях его применения.

Исследование функций осуществляют в ходе структурно-функционального анализа объекта путем построения и изучения его моделей в форме таблиц, графиков и диаграмм. Глубина и доскональность исследования функциональной анатомии может быть различной и зависит от условий задачи, но общая схема исследования остается принципиально одинаковой (рис. 2).

При формулировании функций придерживаются трех правил:

- формулировка каждой функции должна быть по возможности изложена двумя словами — глаголом и существительным (прилагательным);
- в формулировках функций следует использовать понятия, которые обозначают величины, имеющие размерность;
- желательно указывать пространственную и временную характеристики функций как действие или проявление определенного свойства, имеющего направленность, весомость, продолжительность.

Соблюдение правил формулирования функций помогает расчленив проблему на простейшие элементы, определить, какие процедуры творческой деятельности необ-

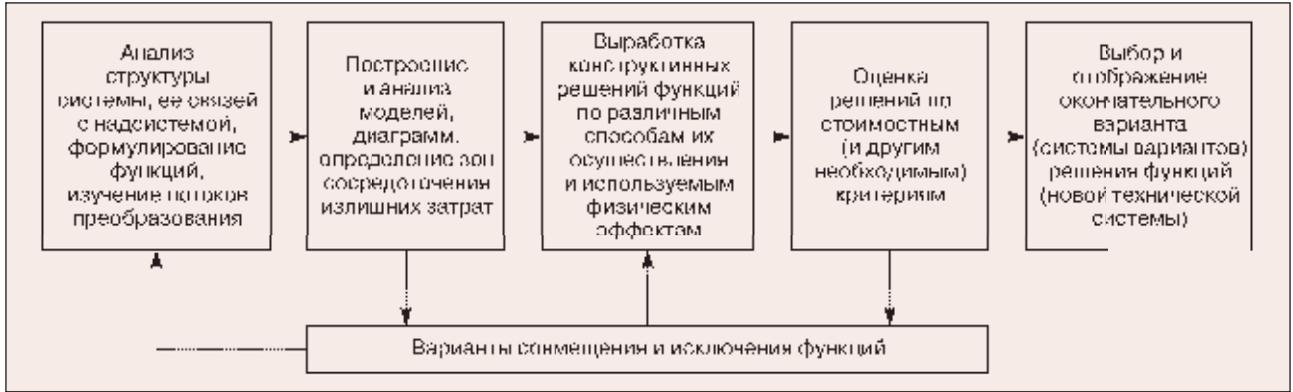


Рис. 2. Общая схема исследования объекта

ходимо осуществить на различных этапах анализа, а также позволяет оперировать качественными представлениями о функциональной структуре исследуемого объекта.

Определяя функции, фактически выполняемые объектом (станком, узлом, деталью), необходимо выявлять и указывать все функции, даже те, для осуществления которых объект не предназначался. Это помогает в дальнейшем выявить ненужные функции и свойства, а затем найти пути их устранения либо увеличить потребительскую стоимость изделия, расширив область его применения.

Процессы конструирования нового объекта формулирования и анализа функций идут параллельно. Их сопровождает процесс определения весомости (значимости) и стоимости функций.

Определение стоимости функций базируется на четырех принципах:

- основная цель любых затрат — это выполнение определенных функций;
- любые затраты сверх тех, которые обеспечивают выполнение объектом своих функций, являются ненужными;
- под затратами на функцию понимают минимальные затраты, при которых эта функция выполняется;

- затраты на функцию определяют путем прямого счета и сравнительного анализа. Стоимость функции — это затраты на изготовление и эксплуатацию ее материальных носителей.

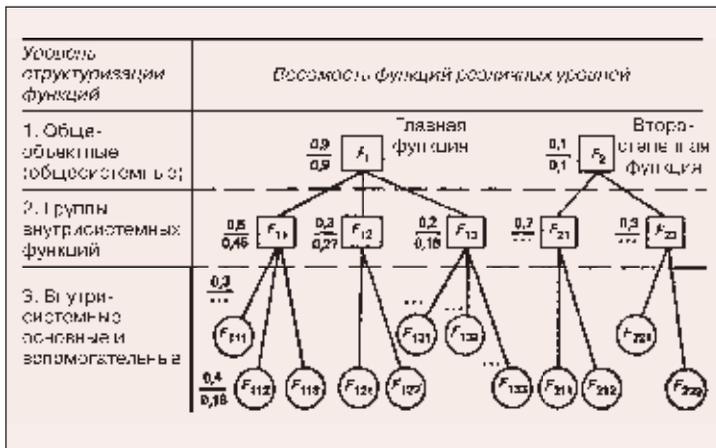
Обычно при проведении ФСА ограничиваются расчетом только прямых производственных затрат: материалы, заработная плата, покупные детали (изделия), расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.

Стоимостную оценку функций выполняют после их формулирования, и она сопровождает все этапы процесса поиска вариантов технических решений. Часто стоимостную оценку функций производят в долевых затратах. Долевые затраты — это стоимость функции, определяемая как часть общеобъективных затрат (на изделие, узел, деталь), отнесенная к данной функции. Если объект (деталь, узел, машина) участвует в выполнении нескольких функций, то его мысленно разрезают на части, которые относятся к той или иной функции.

Для определения долевых затрат на функции применяют экспертную оценку значимости (весомости) функций в виде значения коэффициента весомости. Тогда стоимость одной из функций данного уровня равна произведению стоимости объекта в целом и значения коэффициента общей весомости функции.

Оценку весомости функций выполняют для последующей увязки конструктивных и стоимостных параметров объекта с функциональными требованиями потребителей. Весомость функций определяют по уровням функциональной модели, начиная с верхнего (рис. 3). Значения коэффициента весомости устанавливают экспертно по важности данной функции в удовлетворении потребности. При этом сумма значений коэффициента весомости объединенных функций данного уровня должна быть рав-

Рис. 3. Пример оценки весомости элементов функциональной модели: числитель — частная весомость; знаменатель — общая весомость



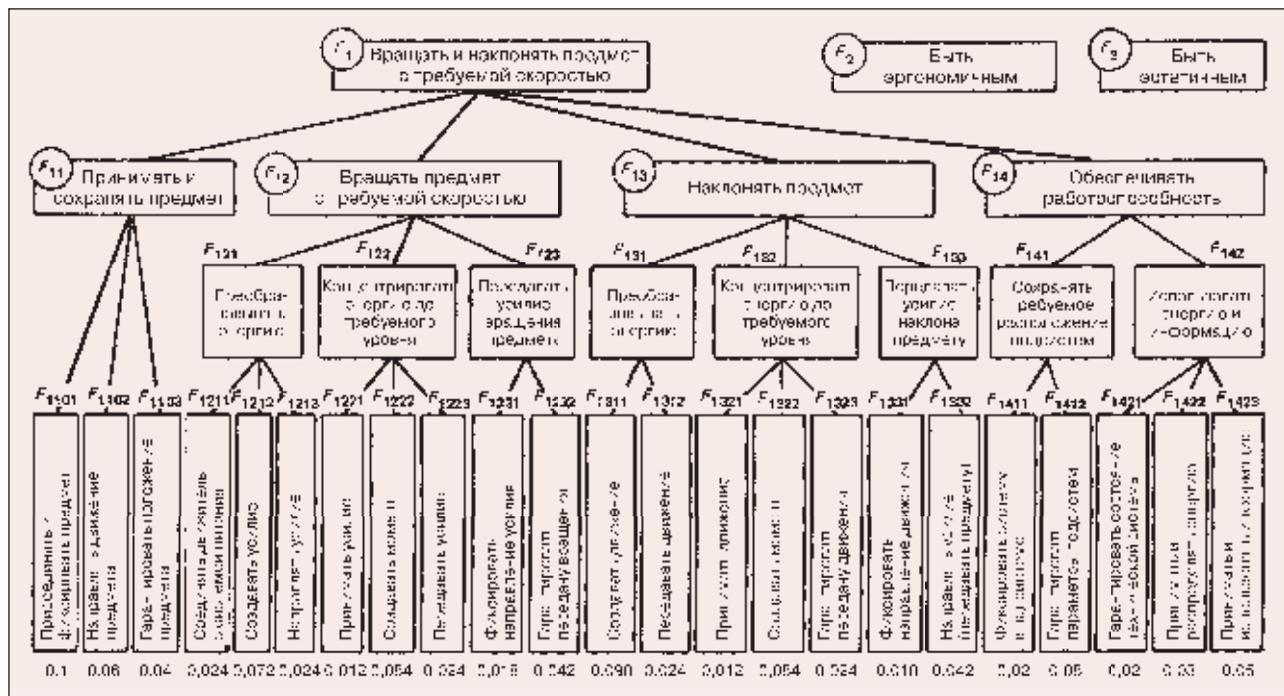


Рис. 4. Функциональная модель сварочного вращателя. На 4-м уровне структуризации цифрами показана весомость функций

на единицу, а сами значения определяют частную весомость функции в данной ветви.

Принципиальной основой рассуждений по поводу возможного совершенствования анализируемого объекта является функциональная модель. В качестве примера на рис. 4 приведена функциональная модель универсального сварочного вращателя.

Исследование функций направлено на ликвидацию или значительное уменьшение конструктивной избыточности изделия, возникающей при традиционном предметном подходе к его созданию, и находит свое предельное отражение в понятии «идеальная машина». По Г.С. Альтшуллеру, идеальной считают машину, которой нет, но функции которой выполняются.

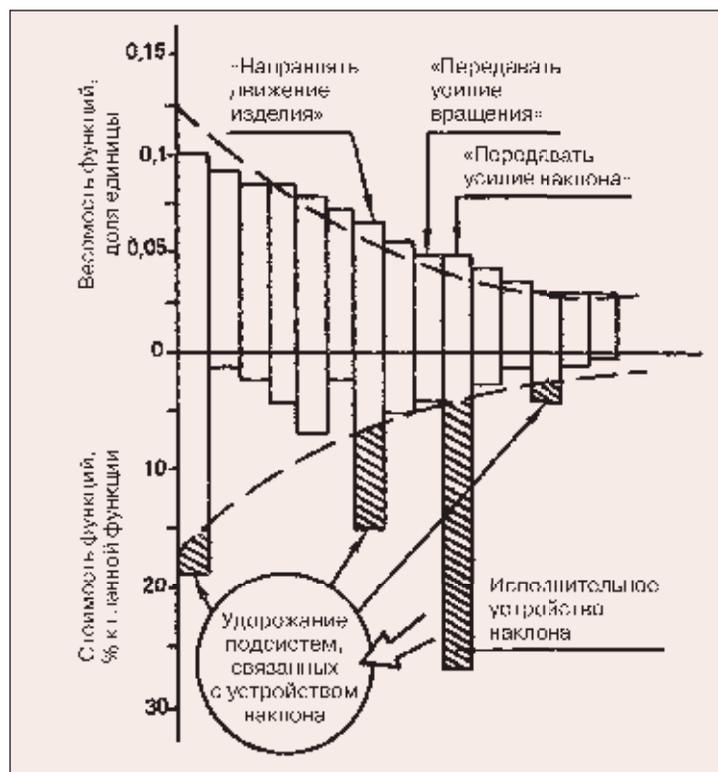
Для уменьшения конструктивной избыточности необходимо проанализировать функционирование объекта и его элементов с точки зрения их влияния на степень удовлетворения потребностей, ради которых создан данный объект.

Конструктивная гармония любой технической системы определяется, в конечном счете, сбалансированным и симметричным соответствием между стоимостью функций и их весомостью, что находит отражение в функционально-стоимостной диаграмме (ФСД). Приведенная на рис. 5 ФСД универсального сварочного вращателя большой грузоподъемности отражает избыточность конструктивных решений по тем

функциям (в частности, «передать усилие наклона»), стоимость которых превышает требуемый уровень, определяемый графиком соответствия их весомости.

Из диаграммы следует, что излишние затраты (на рисунке заштрихованы) составляют в данном случае порядка 40% стоимости машины.

Рис. 5. Функционально-стоимостная диаграмма сварочного вращателя



Творческий этап ФСА является ключевым. Работа, проведенная до него, позволяет выбрать и сформулировать технические задачи, от решения которых зависит общий результат работы. В целом структура действий здесь довольно сложна и включает в себя как организационно-управленческие, так и творческие процедуры, опирающиеся на методические средства поиска новых решений, включая рассмотренные выше методы мозгового штурма, морфологического анализа, алгоритм решения изобретательских задач и др.

После нахождения ряда возможных путей решения проблемы выбирается один из них как наиболее перспективный.

На следующем этапе ищут конкретное техническое средство, призванное реализовать конкретную функцию, т. е. проводится поиск конфигурации технического объекта. Как правило, находят несколько вариантов конфигураций, из которых впоследствии выбирают наиболее подходящий. Затем в данном объекте устраняют противоречия, возникшие при объединении элементов в единую систему. Работоспособный объект удовлетворяет потребность и снимает проблему.

Многие методы активизации решения творческих задач, применяемые в инженерной практике, реализуют описанные выше стратегии, не пересекаясь. Поэтому выявление более или менее эффективных методов лишено смысла, так как каждый из них имеет свою область рационального применения. Так, например, метод мозгового штурма, относящийся к методам случайного поиска, наиболее эффективен для поиска об-

щих направлений проблемы. Метод морфологического анализа, как правило, применяют для исследования и расширения поля поиска, а АРИЗ — для решения проблем, возникающих при согласовании работы элементов в технических объектах.

Работу на творческом этапе считают законченной, если оформлены несколько (5–6) вариантов технических решений с оценкой их экономической целесообразности, предварительной конструкторской и технологической проработкой и выбором наиболее вероятного варианта с точки зрения его осуществления.

Исследовательский этап является органическим продолжением творческого этапа. Основная цель его состоит в том, чтобы найти наиболее эффективные варианты решений, которые после соответствующей проработки можно представить в виде предложений-рекомендаций ФСА.

Дальнейшие работы по изготовлению, доводке опытных образцов, их испытанию, корректировке документации, технической подготовки к серийному выпуску изделий по результатам ФСА выполняют в соответствии с действующим на предприятии порядком.

Описанные выше методы активизации решения технических задач охватывают только часть известных разработок в этом направлении, но они являются основными. Овладение технологами и конструкторами, работающими в области сварочного производства, упомянутыми методами позволит существенно повысить качество решений инженерных задач.

● #1242



«Северсталь» поставила опытную партию новой марки стали для компании «КАМАЗ»

ОАО «Северсталь» в сжатые сроки разработала и согласовала технические стандарты на новые марки стали и сразу организовала опытные поставки партий для ОАО «КАМАЗ». Новая сталь S500MC является аналогом высококачественной шведской стали DOMEX-500, при этом стоимость новой марки стали, произведенной на Череповецком меткомбинате (входит в состав дивизиона «Северсталь Российская сталь»), значительно ниже стоимости шведского образца.

Кроме того, для ОАО «КАМАЗ» произвели принципиально новую двухфазную сталь марки DP600, которая обладает высокой прочностью, позволяет снизить металлоемкость автомобиля за счет снижения толщины деталей, а высокая пластичность обеспечивает хорошую штампуемость особо сложных деталей. Сталь технологична в металлургическом и машиностроительном производстве, сваривается всеми известными методами сварки, технологична при штамповке.

В настоящий момент ведется отработка технологии аналогичных марок для поставки на заводы «Евродиск», которые изготавливают диски колес для автомобилей Volkswagen и Renault. Освоение и внедрение новых перспективных марок металлопроката ведется в рамках совместной программы ОАО «Северсталь» — ОАО «КАМАЗ», рассчитанной на 2012–2013 гг.

Проведенный в ОАО «Северсталь» комплекс мероприятий, направленных на улучшение механических свойств и чистоту металла, позволил обеспечить штампуемость деталей рамы автомобилей марки «КАМАЗ» сложной формы.

Одновременно с разработкой и внедрением перспективных марок металлопроката на ЧерМК решили крайне важный для ОАО «КАМАЗ» вопрос резки полос для производства лонжеронов рам автомобиля «КАМАЗ» из стали 20ГЮТ.

Представители «КАМАЗа» высоко оценили организацию деятельности и профессионализм рабочей группы «Северстали».

www.metalbulletin.ru



Украина, 65104, г. Одесса
пр. Маршала Жукова, 103
тел. (048) 717-0050
факс (048) 715-6950
E-mail: oaozont@zont.com.ua
URL: www.zont.com.ua

Производство, поставка, сервис

МАШИНЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ:

- ◆ с газокислородной и плазменной оснасткой;
- ◆ лазерные комплексы (оптоволоконные);
- ◆ гидроабразивные комплексы;
- ◆ криотехника.



ОАО «Электромашинно-строительный завод «Фирма СЭЛМА»

ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

- Трансформаторы и выпрямители для сварки электродами. Инверторы (ММА)
- Полуавтоматы для сварки в среде защитных газов (МИГ/МАГ).
- Установки для аргодуговой сварки неплавящимся электродом (ТИГ).
- Установки воздушно-плазменной резки металла (УВНР).
- Машины для контактной точечной сварки (МТ).
- Оборудование для управления контактными сварочными машинами (РКС, КТ).
- Сварочные автоматы.
- Машины для механической подготовки кромок под сварку (МКС и МКФ).
- Манипуляторы сварочные.
- Тренажеры сварщиков.



- Все оборудование сертифицировано.
- Гарантийное и сервисное обслуживание.
- Пуско-наладочные работы.
- Разработка и поставка автоматизированных комплексов для сварки и наплавки.
- Обучение и консультации по эксплуатации оборудования.
- Широкая дилерская сеть по Украине.

95000, г. Симферополь, Украина, ул. Генерала Васильева, 32А
Тел: +38 (0 652) 66-85-37, 58-30-55, 58-30-50. Факс: 58-30-53
E-mail: sales@selma.crimea.ua www.selma.ua

АНО-36 СУПЕР РЕЗУЛЬТАТ ПРЕВЗОЙДЕТ ОЖИДАНИЯ

**ВЫСОКОЕ
КАЧЕСТВО**

**плюс
низкая
цена**



Диаметр
3,0 и 4,0 мм

Со склада
в Киеве

Доставка
заказчику

АНО-36 СУПЕР —

электроды по цене производителя

- ▶ Для сварки конструкций из углеродистых марок сталей с содержанием углерода не более 0,25%.
- ▶ Легкое начальное и повторное зажигание.
- ▶ Стабильное горение дуги и улучшенный повторный поджиг.
- ▶ Малые потери металла от разбрызгивания.
- ▶ Хорошее формирование металла шва.
- ▶ Легкая отделимость шлаковой корки.
- ▶ Равномерное плавление покрытия.
- ▶ Рутил-целлюлозное покрытие.
- ▶ Рекомендуется для сварки и ремонта конструкций из стали, тонких и средних по толщине сечений. Хорошо перекрывают относительно широкие зазоры, малочувствительны к качеству подготовки кромок, наличию гальванических покрытий, ржавчины и других загрязнений.



ДП «Экотехнология», г. Киев
т./ф.: +380 44 200-80-56 (многокан.), 248-73-36, 289-21-81
e-mail: sales@et.ua www.et.ua



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

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

www.vistec.com.ua





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

Расскажите, пожалуйста, о сварке трением и ее практическом применении.

С.П. Коржик (Донецк)

Сварка трением — особый вид сварки давлением, при котором местный нагрев материала заготовок происходит в результате трения их сопряженных поверхностей друг с другом или путем использования специального инструмента.

Практическому использованию сварки трением положили начало опыты токаря-новатора А.И. Чудикова (1956 г.), получившие развитие в работах ВНИИЭСО (Россия). Эти работы послужили толчком для начала исследований сварки трением в США, Японии, Великобритании, Германии и других странах.

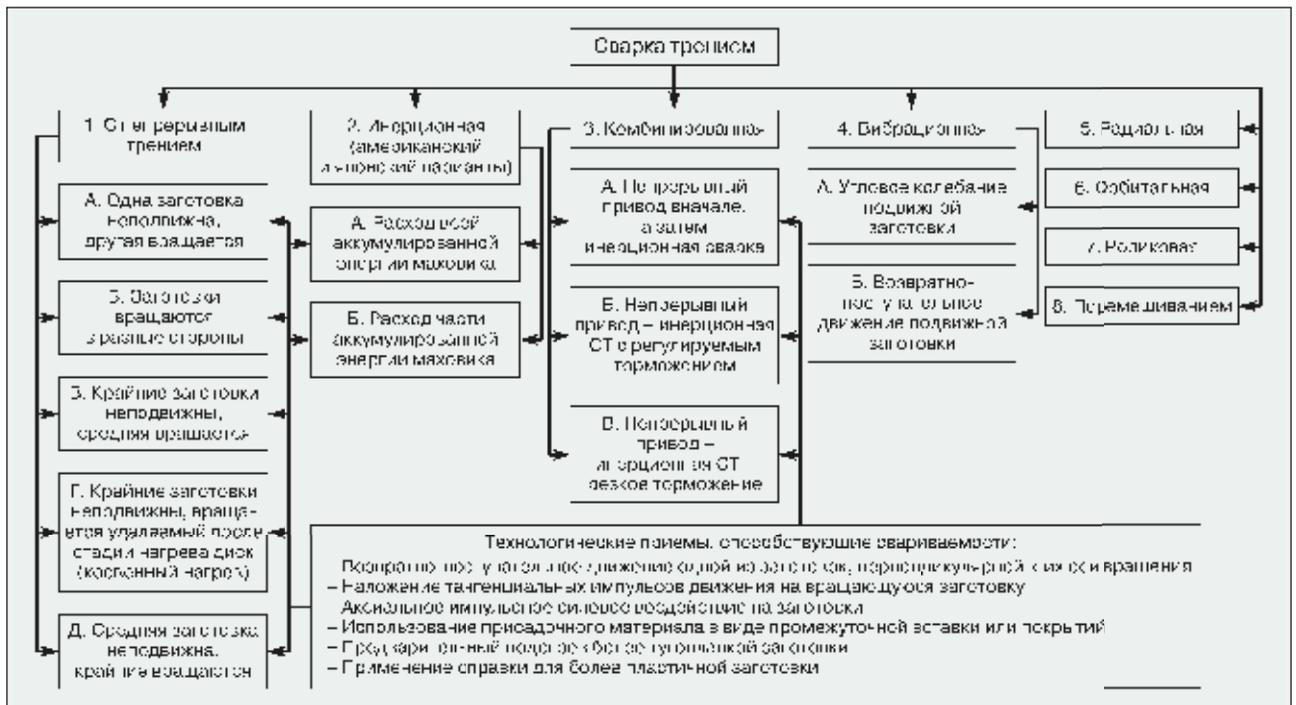
В 1960–1990 гг. сварку трением интенсивно исследовали и внедряли в промыш-

ленность как в СССР, так и в других странах мира. В последние десятилетия интерес к сварке трением возрос.

Классификация способов сварки трением. Классификация способов в виде схемы показана на рис. 1. Наибольшее распространение получили способы 1 и 2. Сварку трением по способу 1 называют сваркой с непрерывным приводом или **конвенционной сваркой**. Конвенционная сварка — разновидность сварки трением, при которой механическая энергия, постоянно поступающая от источника, непосредственно преобразуется в тепловую в тонких приповерхностных слоях металла сопряженных и подлежащих соединению поверхностей свариваемых заготовок.

Наиболее распространенная схема выполнения конвенционной сварки трением (способ 1, А) показана на рис. 2. Технологический цикл этого способа состоит в следующем.

Рис. 1. Классификация способов сварки трением



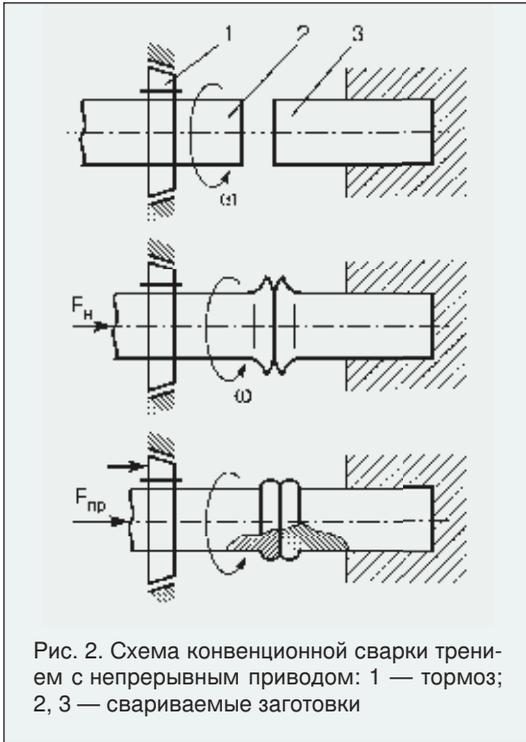


Рис. 2. Схема конвенциональной сварки трением с непрерывным приводом: 1 — тормоз; 2, 3 — свариваемые заготовки

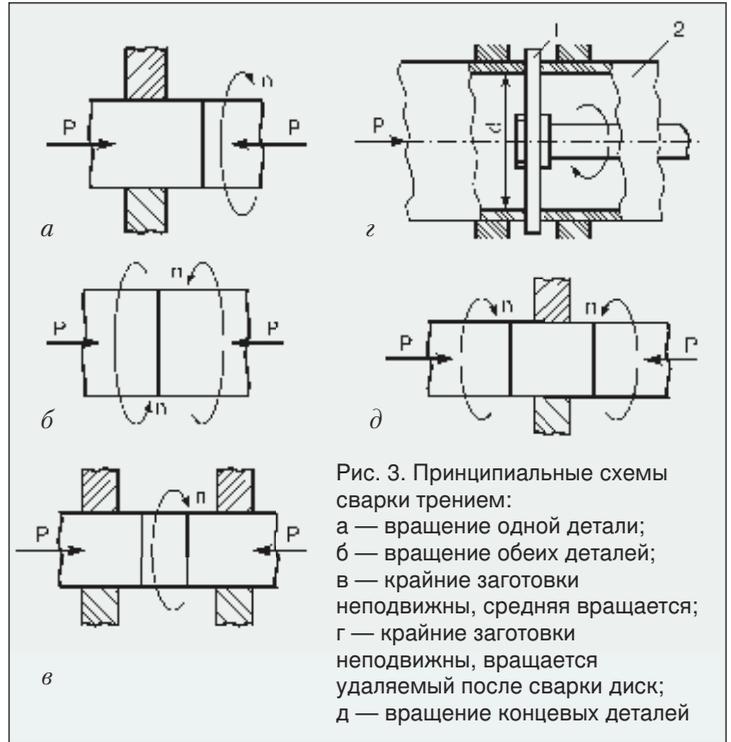


Рис. 3. Принципиальные схемы сварки трением:
а — вращение одной детали;
б — вращение обеих деталей;
в — крайние заготовки неподвижны, средняя вращается;
г — крайние заготовки неподвижны, вращается удаляемый после сварки диск;
д — вращение концевых деталей

Одной из заготовок сообщают вращательное движение, затем заготовки сближают и прилагают к ним осевое усилие нагрева (в некоторых машинах для сварки трением предусмотрена предварительная притирка поверхностей). Стадию нагрева регламентируют в машинах или временем нагрева, или совместной деформацией заготовок. После торможения подвижной заготовки прилагают усилие проковки.

К основным достоинствам конвенциональной сварки трением относят:

- высокую производительность (35–450 сварок в час) и небольшие потери металла;
- стабильность качества сварного соединения в широком диапазоне режимов сварки;
- простоту подготовки деталей к сварке;
- уменьшение припусков на сварку по сравнению с припусками при стыковой контактной сварке;
- уменьшение расхода электроэнергии в 5–10 раз и снижение мощности сварочного оборудования по сравнению с этими же показателями при стыковой контактной сварке;
- простоту автоматизации и контроля параметров режима сварки;
- отсутствие ультрафиолетового излучения, мощных магнитных полей, вредных газовых выделений и разбрызгивания расплавленного металла.

В качестве недостатков упомянутого способа сварки следует выделить:

- ограниченность вида соединения деталей (только стыковое и Т-образное соединение);
- ограниченность формы и размера сечения деталей. По экономическим соображениям наиболее

целесообразным считается диапазон сечений $10 - 5 \cdot 10^4 \text{ мм}^2$.

Предлагают некоторые разновидности конвенциональной сварки трением, которые позволяют в значительной мере преодолеть отмеченные выше недостатки.

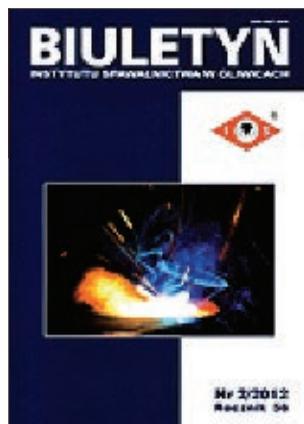
На рис. 3 схематически представлены способы 1А–1Д (см. рис. 1). Общим для этих способов является то, что свариваемые поверхности значительным усилием прижимают друг к другу и, вращая, перемещают. При этом в начальный момент разрушаются и вытесняются из стыков различные загрязнения, а также стираются неровности на свариваемых поверхностях. В результате получается плотный контакт поверхностей и прекращается доступ воздуха к ним. В дальнейшем происходит быстрый нагрев тонких слоев металла свариваемых поверхностей. Часть нагретого металла с возможными остатками загрязнений вытесняется за пределы стыка.

После прекращения вращения деталей при их совместной пластической деформации образуется сварное соединение.

Отличительной особенностью способа 1Г является выполнение сварки длинных труб с помощью вращения зажатого между ними относительно тонкого диска. По этому способу сварки в результате износа и нагрева диск 1 становится тоньше и при осадке срезается по диаметру, близкому к внутреннему диаметру свариваемых труб 2, а его периферийная часть в виде шайбы остается вваренной между торцами.

• #1243

Продолжение в следующих номерах журнала.



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №2–2012

Исследования

M. ST. Weldowski. Исследование электромагнитного излучения сварочной дуги при использовании TIG метода с точки зрения мониторинга процесса

J. Czuchryj, S. Sikora, K. Staniszewski. Оценка качества сварного соединения мостовых плит в соответствии с требованиями стандарта PN-EN 1090-2 по уровню качества «В+»

E. Lisowski, W. Czyzycki, K. Jazarczyk. Изготовление контейнерных цистерн для транспортировки и хранения сжиженного газа

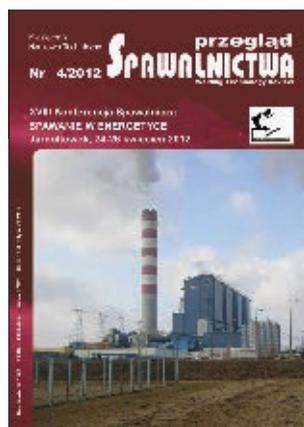
A. Weglowska, SZ. Kowieski. Вибрационная сварка композитов на основе полиамида, усиленного волокнами стекла

A. Kiszka, T. Pfeifer. Сварка тонких стальных листов с защитным покрытием методом MAG с использованием тока переменной полярности

A. Sawicki. Моделирование сварочной дуги с помощью колонны, управляемой поперечным магнитным полем

Новые книги

Новое сварочное оборудование и материалы



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №4–2012

R.Banski, D.Rozumek. Рост усталостных трещин в биметаллах сталь-титан, выполненных сваркой взрывом

M.Prazmowski, H. Paul. Характеристика биметалла цирконий-сталь, выполненного сваркой взрывом при использовании различных параметров процесса

L. Mazur, A. Warsz. Влияние содержания газов на свойства плит из титанового сплава 12, сваренных TIG методом

R.Jachym, K.Kwiecinski, M.Lomozik, M.Urzynicok. Сварка стыковых соединений из однородных и разнородных сталей Tempaloy A-3



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №5–2012

W.Gawrysiuk, A.Troszka. Техничко-экономические аспекты лазерной сварки труб, используемых в котлах высокого давления

L.Zadroga. Аттестация технологии сварки в соответствии с требованиями немецких технических норм

J.Laska, K.Mlynarz, T.Plak, D.Brulinski. Ремонт LP корпуса турбины 330 МВт

J. Stania, P.Urbanczyk. Технология производства и план контроля качества паронагревателя парового котла в соответствии со стандартом PN EN 12952-5

M.Nowak, D.Wisniewski, L.Czeladzinski, J. Buchowski.

Программирование off-line и on-line на примере решений Panasonic

K. Kudla, K. Wejsyk. Методы улучшения эксплуатационных характеристик сварных соединений



Содержание журнала Schweißen & Schneiden (Германия) 2011



№ 1

К.Ксу, Д.У.Мумо. Свариваемость прогрессивных сталей повышенной прочности при дуговой приварке шпилек растягиваемой дугой

М.Ретмайер, С.Браузер, Г.Вебер. Возможности оптического измерения поля деформации для определения параметров соединений, полученных контактной точечной сваркой

У.Райсген, М.Штайнерс, П.Кухарчик. Вибрационные характеристики комбинированных соединений стали и алюминия, выполняемых с помощью сварки модифицированной короткой дугой плавящимся электродом

№ 2

С.Цаке, В.Фрике, С.Э.Эрен, М.Кокак. Прочность межблоковых стыковых соединений, выполняемых с большими интервалами

Э.Джиллис, А.Галловой, Н.Макферсон. Внесение гелия в смесь защитного газа при дуговой сварке металлическим электродом — экономически выгодный вариант?

Т.Бшорр, Х.Крамер, Ф.Цех. Оптимизация геометрии рельефа при контактной сварке новых прогрессивных сталей повышенной прочности со сверхвысокопрочными сталями

№ 3

А.Д.Эмами. Укрепление зданий в сейсмоопасных регионах посредством адгезивного соединения материалов из натуральных волокон

О.Хан, К.Гирольштайн. Свойства индуктивно отверженных клеевых соединений под действием циклических нагрузок

Х.Хянинен, В.Хирси, Я.Торккели. Коррозионное растрескивание углеродистой стали под напряжением в этаноле

№ 4

У.Райсген, Л.Штайн, К.Гефферс, К.Дильгер, Т.Нитшке-Пагель, Х.Бабори. Разработка экономической системы слежения за сварным швом для автоматической дуговой сварки алюминиевых сплавов плавящимся электродом в газовой среде

Р.Саидов, Р.Абдурахманов, М.Куш, Ю. Джон. Влияние флюса на формирование первичной структуры сварных швов, полученных дуговой сваркой алюминия и алюминиевых сплавов вольфрамовым электродом в среде инертного газа

№ 5

В.Тильманн, Э.Теккая, Б.Раушер, Б.Рютер. Формование листов с термически напыленным покрытием при производстве гибридов, состоящих их пластмассы и металла, с принудительной фиксацией соединений

С.Тиманн, У.Холлендер, К.Мевальд, Ф.-В. Бах. Влияние химически активных технологических газов на цинковый припой для пайки алюминия и стали

К.Аллен. Гибридная лазерно-дуговая сварка с применением сверхъяркого лазера и адаптивного управления

Г.Веларде, К.А.Бинрот. Регрессивный анализ: рекомендуемый метод изучения и оптимизации параметров процесса лазерной сварки

№ 6

Х.Крамер, А.Петропулос, А.Лечнер. Повышение точности моделирования деформации при сварке с учетом процесса глубокой вытяжки

У.Райсген, Д.Гориссен, Т.Даен, М.Беккерс, Г.Букольц, К.Виллмс. Применение замещающего моделирования в методах самооптимизации дуговой сварки металлическим электродом в среде инертного газа

М.Цэ, А.Шобер. Компонентный анализ с использованием моделирования случаев фиксации во время сварки, характерных для условий производства

Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 2

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

Процессы сварки и резки характеризуются повышенными уровнями оптического излучения (ОИ) в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра. В принципе, умеренное воздействие этих излучений не вредно и физиологически необходимо для человека, однако чрезмерное их воздействие вредно и даже опасно.

Видимые световые лучи при сварке ослепляют, поскольку их яркость превышает физиологически допустимую дозу. Интенсивная световая радиация дуги воздействует на сварщиков, поэтому не вызывает сомнения необходимость использования защитных масок со светофильтрами. Примерно половина повреждений зрения приходится на персонал, непосредственно не участвующий в процессе сварки. Видимое излучение создает и общебиологическое действие через кожу. В своей красной части спектра эффект приближается к действию ИК лучей, а в фиолетовой — к действию УФ лучей и имеет выраженное фотохимическое действие. Видимое излучение вызывает пигментацию кожи (эффект загара), но для этого необходима значительно большая интенсивность и продолжительность действия, чем для УФ излучения.

Ультрафиолетовые лучи требуют особого внимания с точки зрения охраны труда. Их биологически активное излучение делится на три участка: первый — с длиной волны 400–315 нм; второй — 315–280 нм; третий — 280–200 нм. Лучи, относящиеся к первому участку, характеризуются слабым биологическим действием, лучи второго участка — сильным действием, лучи третьего оказывают выраженное влияние на белки тканей и липоиды, вызывают гемолиз, а также обладают бактерицидными свойствами. УФ излучение в диапазоне 200–100 нм сильно поглощается воздухом и относится к так называемой вакуумной области спектра, поэтому его обычно не рассматривают в качестве вредного фактора при выполнении сварочных работ на воздухе.

Даже кратковременное воздействие УФ лучей на незащищенный глаз способно вызвать ожог роговой оболочки — электроофтальмию. Неопытные сварщики чаще других страдают этим заболеванием из-за отсутствия навыков установки щитка со светофильтром в момент возбуждения сварочной дуги. УФ излучение с длиной волны менее 320 нм отрицательно влияет на сетчатку глаз, вызывая болезненные воспалительные процессы. Заболевание со-

провождается слезотечением, возможно поражение роговицы глаза и развитие светобоязни («снежная» болезнь). При прекращении воздействия УФ излучения на глаза симптомы светобоязни обычно проходят через 2–3 дня.

Воздействуя на открытые участки кожи, УФ излучение вызывает ожоги. Воздействие на кожу больших доз УФ излучения приводит к кожным заболеваниям (дерматитам). Частые и чрезмерные дозы в некоторых случаях могут оказывать канцерогенное действие на кожу. Повышенные дозы УФ излучения действуют и на центральную нервную систему: отклонения от нормы проявляются в виде тошноты, головной боли, быстрой утомляемости, повышения температуры тела и др.

УФ излучение может оказывать и не прямое (косвенное) вредное влияние на организм человека. Например, в результате воздействия УФ излучения сварочной дуги кислород и азот, находящиеся в воздухе, вступают в химические реакции, образуя озон и оксиды азота. Эти газы в больших дозах смертельны, а в малых могут вызывать раздражение слизистой оболочки носа, носоглотки и серьезные респираторные, а также легочные заболевания.

Инфракрасные лучи обладают, главным образом, тепловым эффектом. В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность ИК излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое ИК-А излучение, которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. ИК лучи длинноволнового диапазона (9–420 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи. При длинноволновом излучении повышается температура поверхности тела, а при коротковолновом — изменяется температура легких, головного мозга, почек и некоторых других органов человека. Значительное изменение общей температуры тела (1,5–2°С) происходит при ИК облучении большой интенсивности. Воздействуя на мозговую ткань, коротковолновое излучение вызывает «солнечный удар». Человек при этом ощущает головную боль, головокружение, учащение пульса и дыхания, потемнение в глазах, нарушение координации движений, возможна потеря сознания. При интенсивном облучении головы происходит отек оболочек и тканей мозга, проявляются симптомы менингита и энцефалита. Наибольшую опасность для глаз представляет коротковолновое излучение. Возможные последствия воздействия ИК излуче-

ния на глаза — появление инфракрасной катаракты (помутнение хрусталика глаза). Интенсивное ИК излучение приводит к ожогам кожи (например, при полуавтоматической сварке на токах 400 А сварщик «загорает» через рубашку). Кроме того, тепловая радиация повышает температуру окружающей среды, ухудшает микроклимат, что может привести к перегреву организма.

Нормирование ОИ и основные действующие стандарты. В качестве исходных данных для сравнения действия и нормирования ОИ приведем известные величины интенсивности солнечного излучения на земной поверхности в средних широтах на уровне моря. В отдельные летние дни при облачности, не закрывающей солнца, интенсивность солнечной радиации на площадке, перпендикулярной направлению солнечных лучей, может достигать 1000 Вт/м^2 . Из них 50% энергии излучения приходится на ИК излучение, 47% — на видимый спектр и 3% — на УФ излучение. При этом следует отметить, что наиболее вредное для человека УФ-С излучение в спектре солнечного излучения на земной поверхности практически отсутствует, тогда как в ряде сварочных процессов может достигать заметных величин.

Инфракрасное излучение. В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретый металл, стекло, «открытое» пламя и др.) не должна превышать 140 Вт/м^2 , при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела. Обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Согласно ГОСТ 12.4.123-83 ССБТ «Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования», средства коллективной защиты от ИК излучений промышленных тепловых источников (в спектральном диапазоне от 0,75 до 25 мкм), расположенных в производственных помещениях, должны обеспечивать интегральную тепловую облученность на рабочих местах не более 350 Вт/м^2 .

Ультрафиолетовое излучение. В соответствии с санитарными нормами (СН 4557-88. «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях»), установлены следующие допустимые уровни интенсивности УФ излучения (облучения):

- допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин не должна пре-

вышать: $50,0 \text{ Вт/м}^2$ — для области УФ-А; $0,05 \text{ Вт/м}^2$ — для области УФ-В; $0,001 \text{ Вт/м}^2$ — для области УФ-С;

- допустимая интенсивность УФ облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50% рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин и более не должна превышать: $10,0 \text{ Вт/м}^2$ — для области УФ-А; $0,01 \text{ Вт/м}^2$ — для области УФ-В; излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.
- при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т. п.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200–315 нм) не должна превышать 1 Вт/м^2 .

Таким образом, сварщикам в специальной защитной одежде с защищенными лицом и руками следует ориентироваться на последнюю норму.

Методы и измерительные приборы для контроля параметров ОИ. В принципе, в некоторых случаях интенсивность ОИ можно оценить и рассчитать теоретически. В реальности из-за ряда осложняющих факторов (сложность геометрии источника ОИ и неоднородность его излучательных характеристик по поверхности и во времени, неопределенность спектральных характеристик излучения, запыленность и задымленность воздушной среды, наличие преград и отражающих поверхностей и др.) единственным достоверным способом получения необходимых данных является непосредственное измерение и контроль с помощью соответствующих приборов.

Уровни облучения рабочих мест, подвергаемых воздействию ОИ от обслуживаемого оборудования, должны измеряться периодически, но не более одного раза в год, в порядке текущего санитарного надзора. Такие измерительно-контрольные работы должны также проводиться на стадии разработки и приемки в эксплуатацию нового технологического оборудования, при внесении конструктивных изменений в действующее оборудование и при организации новых рабочих мест.

Для измерения энергетических характеристик ОИ используют приборы типа болометров, спектрофотометров, актинометров, дозиметров и радиометров. Освещенность в видимой части спектра измеряют люксметрами и яркометрами.

ДАУ-81 — дозиметр автоматический. Предназначен для измерения энергетической освещенности в диапазоне до 500 Вт/м^2 и дозы облучения в диапазоне от 10 до $1,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$ в пределах углов падения потока излучения $\pm 80^\circ$. Комплектуется тремя первичными преобразователями (датчиками) для измерения в УФ-С (220–280 нм), УФ-А (320–

400 нм) и видимом (380–710 нм) диапазонах. Прибор одноканальный, т. е. позволяет проводить измерения одновременно только одним из датчиков. Ошибка измерений не превышает 15% и связана в основном с отличиями спектральных характеристик измеряемого и эталонного источников. Прибор в настоящее время не производят.

АРГУС-06/1 — радиометр ультрафиолетовый. Разработан специально для сварщиков и предназначен для измерения энергетической освещенности УФ излучения в спектральном диапазоне 200–280 нм (зона С). Может использоваться для измерений в соответствии с СН 4557-88. Технические характеристики: энергетическая освещенность — 10–4000 мВт/м²; погрешность — ±10%; масса — 0,5 кг; питание — батарея типа «Крона».

ТКА-ПКМ-12 — цифровой малогабаритный ручной прибор для измерения интенсивности УФ излучения одновременно в трех спектральных диапазонах УФ-А, УФ-В и УФ-С (200–280 нм). Диапазон измерения — 1–40000 мВт/м². Питание прибора автономное от батареи 9 В, продолжительность непрерывной работы которой в среднем составляет 8 ч; масса — 0,4 кг.

ТКА-ПКМ-13 — прибор с аналогичными ТКА-ПКМ-12 характеристиками (рис. 1, а). Диапазон измерения — 200–40000 мВт/м². Предназначен для измерений высоких значений облученности продолжительное время. Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения — 25%.

РАТ-2П — измеритель тепловой облученности. Предназначен для обеспечения измерений интегральных характеристик облучения во всем спектральном диапазоне ОИ, в том числе в ИК области спектра (рис. 1, б). Применяется для проведения санитарно-гигиенических исследований при аттестации рабочих мест (рекомендованы Госстандартом и Министерством охраны здоровья Украины, России, Беларуси). Диапазон энергетической освещенности — 10–2·10⁴ Вт/м²; спектральный диапазон — 0,2–25 мкм, с ИК фильтром — 1–15 мкм; пределы основной до-

пустимой относительной погрешности ±6%; время установления показаний — 15 с; масса — 0,6 кг.

Аргус-03 — радиометр для измерения световых и энергетических характеристик оптического излучения в ИК области спектра. Может использоваться для измерений тепловой облученности при оценке условий труда на рабочих местах. Диапазон энергетической освещенности — 1–2000 Вт/м²; погрешность измерения — 10%; спектральный диапазон — 0,5–20 мкм; время работы без замены элементов питания — 300 ч; масса — 0,35 кг.

Существует довольно много приборов для измерения освещенности и яркости света в видимом диапазоне. Среди них можно выделить, например, *Аргус-12* — люксметр-яркомер для измерения освещенности, создаваемой различными источниками света (1,0–200000 лк) и для измерения яркости самосветящихся объектов (0,1–200000 нт), спектральный диапазон — 0,38–0,8 мкм; погрешность — 8–10%; масса — 0,35 кг (рис. 1, в).

Измерительные приборы для контроля параметров ОИ должны проходить периодическую поверку.

Методы и средства защиты от вредного воздействия ОИ на организм человека. Основные мероприятия, направленные на снижение опасного воздействия **инфракрасного излучения**, следующие:

- снижение интенсивности излучения источника (замена устаревших технологий современными);
- защитное экранирование источника или рабочего места;
- использование средств индивидуальной защиты (щитков и очков со светофильтрами для защиты глаз и лица, спецодежды для защиты поверхности тела);
- лечебно-профилактические мероприятия (организация рационального режима труда и отдыха, организация периодических медосмотров и др.).

Все методы и средства защиты должны снижать воздействие оптического излучения до уровней, предусмотренных действующими стандартами и правилами охраны труда. Так, при тепловом облучении до

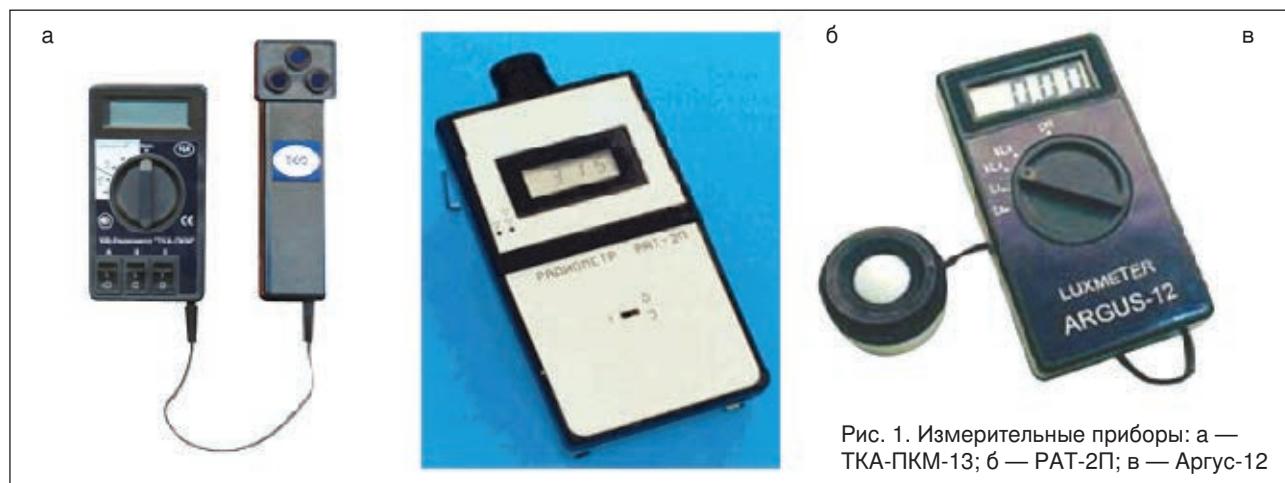


Рис. 1. Измерительные приборы: а — ТКА-ПКМ-13; б — РАТ-2П; в — Аргус-12

нормируемого уровня 140 Вт/м^2 скорость движения воздуха на рабочих местах должна быть увеличена на $0,2 \text{ м/с}$ по сравнению с требованиями технологии. При невозможности техническими способами обеспечить снижение теплового облучения рабочих до 140 Вт/м^2 необходимо применение воздушного душа.

ГОСТ 12.1.005-88 и ДСН 3.3.6.042-99 регламентируют температуру воздуха на постоянных рабочих местах при наличии теплового облучения. Указывается, что в целях профилактики тепловых травм температура наружных поверхностей технологического оборудования или ограждающих его устройств не должна превышать 45°C .

В ДСН 3.3.6.042-99 даны детальные рекомендации по применению воздушного душа при интенсивности теплового облучения свыше 140 Вт/м^2 ; при интенсивности свыше 350 Вт/м^2 и облучении свыше 25% поверхности тела регламентируется продолжительность непрерывной работы и перерывов.

При превышении допустимой интенсивности **ультрафиолетового излучения** по СН 4557-88 должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению интенсивности излучения источника или защите рабочего места от облучения, а также по дополнительной защите поверхности тела работающих.

Для защиты от избытка УФ излучения применяют химические (химические вещества и покровные кремы, содержащие ингредиенты, поглощающие УФ излучения) и физические (преграды, отражающие, поглощающие или рассеивающие лучи) экраны. Хорошими средством защиты являются спецодежда (например, из поплина), рукавицы. Для защиты глаз используют очки, маски или шлемы со светофильтрами из темно-зеленого стекла. Практически полную защиту от УФ излучения всех длин волн обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее окись свинца) толщиной 2 мм. При работе на стационарных сварочных установках для защиты сварщика-оператора от излучений дуги устанавливают откидные экраны со светофильтрами. Размер экрана должен быть не менее $200 \times 200 \text{ мм}$. Для защиты от излучений дуги сборщиков, непосредственно работающих со сварщиками, следует снабжать сварочными масками. Работающих вблизи места сварки следует защищать переносными щитами или экранами (ширмами). При работе вне цеха место сварки также следует ограждать щитами из несгораемого материала. Допускается применение ширм из брезентовой ткани.

При устройстве помещений для сварки необходимо учитывать, что на сварщика действует не только прямая УФ радиация, но и рассеянная, отраженная от окружающих поверхностей. Хорошо отражают УФ излучение полированный алюминий и меловая побелка, в то время как оксиды цинка и титана, краски на масляной основе отражают плохо. Учитывая это, необходимо окрашивать стены кабин и сварочных цехов, переносные ширмы в светлые

матовые тона с применением цинковых белил, желтого крона или титановых белил.

Все сварщики и подсобные рабочие перед тем как приступить к работе должны пройти инструктаж по требованиям безопасности при сварочных работах. На сварочном участке во время выполнения сварочных работ не должны находиться посторонние люди. Ни в коем случае нельзя производить прихватку деталей, не закрывшись щитком. В местах производства сварочных работ надо вывешивать таблички с крупными надписями, предупреждающими об опасности лучей сварочной дуги для окружающих.

Средства индивидуальной защиты органов зрения, лица и головы при проведении сварочных работ, особенности выбора и правила их применения подробно изложены в пособии *О.Г. Левченко «Охрана праці у зварювальному виробництві». Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей.* — К.: Основа, 2010. — 240 с.

Защитные лицевые щитки для электросварщиков должны изготавливаться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.035-78 ССБТ «Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Технические условия». Этот стандарт распространяется на щитки для индивидуальной защиты лица электросварщика от прямых излучений сварочной дуги, брызг расплавленного металла и искр. Не распространяется на специальные щитки, предназначенные для особых условий работы, например, для работы в помещениях с повышенной загазованностью, в помещениях ограниченного объема при интенсивных тепловыделениях и др., там, где требуется дополнительная защита органов дыхания, шеи или головы электросварщика. Стандарт до сих пор действует в Украине, но уже утратил силу в России. В Украине также действует европейский стандарт ДСТУ EN 175-2001 «Засоби індивідуального захисту очей та обличчя під час зварювальних та споріднених процесів». В России вместо ГОСТ 12.4.035-78 введен ГОСТ Р 12.4.238-2007 ССБТ «Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах. Общие технические условия», который определяет уровень требований к современным средствам защиты.

Что касается светофильтров для защиты глаз, использующихся в щитках и масках сварщиков, то следует учесть, что в зависимости от того, какие фильтры используют (отечественные светофильтры класса «С» или европейские), их следует выбирать в соответствии с требованиями ОСТ 21-6-87 «Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве. Технические условия» или ДСТУ EN 169-2001 «Засоби індивідуального захисту очей. Фільтри під час виконання зварювання та споріднених процесів. Вимоги до пропускання та рекомендації щодо використання» (см. «Сварщик», №6-2010).

● #1244

Международный конкурс молодых сварщиков в Чехии

16-й Международный конкурс молодых (до 20 лет) сварщиков «Золотой кубок Линде» (Zlatý pohár Linde) состоялся в г. Фридек-Мистек (Frydek-Místek, Чешская Республика) с 16 по 18 апреля 2012 г. Организатором конкурса была средняя профессиональная школа города Фридек-Мистек в сотрудничестве с генеральным партнером фирмой Linde Gas a.s. Конкурс проводился на учебно-производственной базе средней профессиональной школы по следующим способам сварки: ручная дуговая сварка покрытыми электродами (111); дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135); дуговая сварка неплавящимся электродом в инертных газах (141); газокислородная сварка (311). В конкурсе могли участвовать только ученики учебных или учебно-профессиональных дневных заведений, которые окончили или заканчивают начальный курс подготовки сварщиков.

Конкурс был рекомендован к проведению Министерством образования Чешской Республики (MSMT CR). Председатель оргкомитета конкурса — магистр Йозеф Пелуха (Josef Pelucha), секретарь — Кветослава Кубанёва (Kvetoslava Kubanova), директор школы-организатора — Павел Жезничек (Pavel Reznicek). Конкурс проходил в соответствии с объявленными условиями и программой и был разделен на две части: национальную и международную. В национальной части конкурса для чешских учеников

проводились также соревнования по теории указанных выше четырех методов сварки.

Программа практической части конкурса:

- метод 111, свариваемый материал 1.1 (углеродистая сталь), сварочный источник PEGAS 160E фирмы ALFA IN a.s. Соединение стыковое BW. 1-P12-PC — длина пластин 300 мм;
- метод 135, свариваемый материал 1.1 (углеродистая сталь), сварочный источник фирмы FRONIUS Ceska republika s.r.o. Transsteel 5000 и защитный газ фирмы Linde Gas a.s. — 82% Argon + 18% CO₂. Соединение стыковое BW. 1-P12-PC — длина пластин 300 мм;
- метод 141, свариваемый материал 8 (аустенитная нержавеющая сталь), сварочный источник TETRIX 180 Comfort фирмы EWM Hightec Welding s.r.o. и защитный газ фирмы Linde Gas a.s. — Argon 4.6. Соединение стыковое BW. 1-P04-PC — длина пластин 300 мм;
- метод 311, свариваемый материал 1.1 (углеродистая сталь), сварочные комплекты фирмы GCE Trade s.r.o. и защитные газы фирмы Linde Gas a.s. Соединение стыковое BW. 1-P04-PC — длина пластин 300 мм.



Объявление результатов конкурсов

Итоги международной части конкурса

Конкурсант	Оценка лицевой поверхности шва	Оценка поверхности корня шва	Общая сумма баллов	Место
Метод 111				
Spracil Jakub (Чехия)	48	46	94	1
Kana David (Чехия)	48	38	86	2
Fojtik Roman (Словакия)	43	42	85	3
Александр Бабич (Украина)	39	18	57	20
Tomas Sumsal (Чехия)	8	5	13	30 (последнее)
Метод 135				
Daniel Manak (Чехия)	49	49	98	1
Daniel Matejny (Чехия)	48	49	97	2
Ondrej Salaj (Словакия)	47	48	95	3
Метод 141				
Benjamin Adler (Германия)	47	48	95	1
Lubomir Krella (Чехия)	45	45	90	2
Ivo Sedlacek (Чехия)	42	40	82	3
Роман Апанчук (Украина)	38	34	72	5
Adam Leksa (Чехия)	20	18	38	11 (последнее)
Метод 311				
Lukas Ruzicka (Чехия)	49	46	95	1
Ruslan Melnichuk (Чехия)	49	45	94	2
Milan Pohunek (Чехия)	47	45	92	3
Александр Коломыя (Украина)	30	0	30	32 (последнее)

Для сварки были предоставлены присадочные материалы фирмы ESAB Vamberg s.r.o.:

Метод сварки *Присадочный материал*
 111 E 42 4 B 42 H5 (EN ISO 25 60-A)
 135 G3Si1 (EN ISO 14 341-A)
 141 W3Si1 (EN ISO 636-A)
 311 0 III (EN 12 536)

Подготовка свариваемых пластин при всех способах должна была выполняться по нормам CSN EN 29692. Технологические карты (WPS) для всех соединений были опубликованы на сайте www.sosfm.cz за три недели до конкурса. На подготовку и выполнение конкурсных сварных соединений было отведено 70 мин.

Условия для выполнения практической части конкурса следующие: соблюдение последовательности сварки; выполнение требований техники безопасности; не более одного нарушения и непопадания в стык в каждом сварном шве.

Сварные швы (под номерами, без указания фамилии исполнителя) жюри оценивало по балльной системе согласно нормам

CSN EN ISO 5817 и CSN EN 1320, за исключением использования неразрушающего контроля. Международное жюри практической части конкурсов возглавлял, как и в предыдущие годы, инж. Jiri Sindelka (DOM-ZO 13 s.r.o., Острава, Чехия). В состав жюри вошли опытные представители фирм: DOM-ZO 13 s.r.o., Прага (Чехия); TESIYO s.r.o., Брно (Чехия); Cech svareckych odborniku, Трнава (Словакия); Slovenske energeticke strojarne a.s., Тлмаче (Словакия); DVS Bezirksverband, Хемниц (Германия). Гарантом объективности оценок было Чешское сварочное общество ANB. В состав жюри теоретической части конкурса вошли преподаватели школы-организатора.

В конкурсе участвовали 130 молодых сварщиков из Чешской Республики, Словацкой Республики, Федеративной Республики Германии и Украины. Финансовую поддержку конкурсу оказали ESAB VAMBERK s.r.o., FRONIUS Ceska republika s.r.o., ABICOR BINZEL s.r.o., GCE Trade s.r.o., Huisman Konstruckce s.r.o., BLANCO CS CZ spol. s.r.o., EWM Hightec Welding s.r.o.,



Призы
конкурса

NOVOGEAR s.r.o., ALFA IN a.s., Arcelor-Mittal a.s. Frydek-Mistek, 3M Cesko s.r.o., Lichna Trade CZ s.r.o., а также правительство Моравско-Силезского края.

В состав делегации Украины входили *сопровождающие лица*: А.А. Кайдалов, д-р техн. наук, вице-президент Общества сварщиков Украины, руководитель делегации (Киев), В.М. Мельник, директор Ярмолинского профессионального лицея (пос. Ярмолинцы Хмельницкой области), А.И. Крузер, директор Нетешинского профессионального лицея (Нетешин Хмельницкой области); *конкурсанты*: А. Бабич (метод 111), Нетешинский профессиональный лицей (Нетешин Хмельницкой области), Р. Апанчук (метод 141), Нетешинский профессиональный лицей (Нетешин Хмельницкой области), А. Коломыя (метод 311), Ярмолинский профессиональный лицей (пос. Ярмолинцы Хмельницкой обл.).

Основная организационно-техническая подготовка конкурсантов была проведена Советом Общества сварщиков Украины, Управлением профессионально-технического образования Хмельницкой областной администрации, Хмельницким и Одесским областными отделениями Общества сварщиков Украины.

На торжественном открытии конкурса присутствовали представители администрации Моравско-Силезского края и Чешского сварочного общества ANB, а также представители фирм-спонсоров и средств массовой информации. После выступлений организаторов и спонсоров конкурса состоялся небольшой концерт.

К месту проведения конкурса — производственный участок школы-организатора на заводе Valcoven plechu a.s. — конкурсантов в сопровождении переводчиков школы-организатора доставили автобусом. Сопровождающие лица туда не допускались.

На следующий день все сварные образцы участников конкурса (только под номерами) были выставлены перед участниками и гостями.

Во время конкурса были проведены презентации и доклады фирм-спонсоров, а также выставка их продукции.

Для сопровождающих лиц и участников конкурса была организована экскурсия на автозавод фирмы Hyundai, изготавливающий три модели легковых автомобилей серии *i*.

На торжественном закрытии были подведены итоги конкурса и награждены победители и призеры. Призы предоставили ESAB VAMBERK s.r.o., FRONIUS Ceska republika s.r.o., ABICOR BINZEL s.r.o., GCE Trade s.r.o., BLANCO CZ spol. s r.o., ALFA IN a.s., EWM Hightec Welding s.r.o., 3M Cesko s.r.o., Lichna Trade CZ s.r.o., правительство Моравско-Силезского края, средняя профессиональная школа города Фридек-Мистек и др. Состоялось также выступление танцевальной группы из Остравы.

Подготовка и проведение международного конкурса молодых сварщиков были организованы безукоризненно. Результаты конкурса и фотоотчет представлены на сайте школы-организатора www.sosfm.cz. Состоявшийся конкурс будет отражен средствами массовой информации Чехии — медиа-партнерами конкурса. Это является серьезным вкладом в популяризацию профессии сварщика и поднятие ее престижа.

Следующий конкурс молодых сварщиков «Золотой кубок Линде» (Zlaty pohar Linde) состоится в апреле 2013 г. ● #1245

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

А.А. Абрамов, канд. техн. наук,
председатель Подольского регионального
отделения Общества сварщиков Украины

Всеукраинская студенческая олимпиада по специальности «Технологии и оборудование сварки»



Участники и члены жюри II этапа олимпиады

Второй этап Всеукраинской студенческой олимпиады по специальности «Технологии и оборудование сварки» (приказ Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины №1324 от 18.11.2011 г.) был проведен на базе Черниговского государственного технологического университета (ЧГТУ) 17-20 апреля 2012 г.

18 апреля 2012 г. на кафедре сварочного производства ЧГТУ состоялось торжественное открытие II этапа студенческой олимпиады. С приветственным словом к участникам обратился проректор по научной работе ЧГТУ д-р техн. наук, профессор Владимир Викторович Казимир. Он отметил, что участниками Олимпиады являются студенты ведущих высших учебных заведений Украины: Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»; Запорожского национального технического университета; Севастопольского национального технического университета; Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа; Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова; Хмельницкого национального университета; Приазовского государственного технического университета; Донбасской государственной машиностроительной академии и других высших учебных заведений.

Всего в Олимпиаде приняли участие представители 12 высших учебных заведений Украины. Это 39 студентов — победителей I этапа олимпиады.

В состав оргкомитета и жюри вошли представители ведущих вузов — классических, технических и технологических, в которых существует традиция подготовки специалистов с высшим образованием по специальности «Технологии и оборудование сварки».

Участникам олимпиады был предложен единый конкурсный билет. Задание состояло из двух частей: технологической и теоретической (тестовые вопросы на компьютере). Содержание каждой час-

ти отвечало нормативным дисциплинам специальности «Технологии и оборудование сварки».

По результатам двухдневного соревнования диплом первой степени получила Ющенко Светлана Михайловна (Черниговский государственный технологический университет).

Диплом второй степени получили:

- Золотопупова Тамара Борисовна (Донбасская государственная машиностроительная академия);
- Мищенко Андрей Сергеевич (Запорожский национальный технический университет);
- Чудинов Вячеслав Николаевич (Приазовский государственный технический университет).

Диплом третьей степени получили:

- Глушкевич Владимир Зиновьевич (Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа);
- Зайонц Богдан Игоревич (Хмельницкий национальный университет);
- Коротенко Владислав Владимирович (Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»);
- Нетребич Ярослав Анатолиевич (Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова).

Победители Олимпиады получили дипломы за оригинальное, нестандартное решение предложенных задач, ряд участников был награжден грамотами.

Кроме официальной части, участники были ознакомлены с материально-технической базой ЧГТУ и кафедры сварочного производства. Они посетили также архитектурные памятники времен Киевской Руси и Черниговского княжества в рамках экскурсионного тура по национальному архитектурно-историческому заповеднику «Чернигов старинный».

Поздравляем победителей и желаем всем участникам успехов в дальнейшем обучении и профессиональной деятельности.

● #1246

С.В. Олексеевко, канд. техн. наук, председатель Черниговского областного отделения ОСУ

Промышленный форум «Патон Экспо 2012»

С 17 по 19 апреля 2012 г. в выставочном центре «КиевЭкспоПлаза» состоялся девятый промышленный форум «ПАТОН ЭКСПО 2012».

Организаторами форума выступили Научно-технический комплекс Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики при поддержке Национальной академии наук Украины, НАК «Нафтогаз України», Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины, ДК «Укртрансгаз», Ассоциации промышленного арматуростроения Украины (АПАУ), Общества сварщиков Украины.

Устроитель форума — ООО «ЦТТ «ИЭС им. Е.О. Патона».

Форум включал следующие выставки:

- **Сварка. Родственные технологии.**
- **Трубопроводный транспорт.**
- **Неразрушающий контроль.**

В этом году в выставках приняли участие более 40 ведущих компаний из Украины, России, Австрии, Финляндии и Турции.

Посетив экспозиции выставок, площадь которых составила более 1500 м², можно было познакомиться с последними научно-техническими достижениями и разработками, промышленными технологиями, позволяющими повысить эффективность производства, с оборудованием и материалами ведущих произ-

водителей в области сварки и родственных технологий, а также неразрушающего контроля и трубопроводного транспорта.

На форуме были представлены многие ведущие производители и разработчики сварочного оборудования, технологий и материалов в Украине, России и Европе, а также дилеры ведущих мировых производителей сварочного оборудования: «Фрониус Украина», «Полисуд» (Россия), «ЗМ Украина», «Фрунзе-Электрод» (Украина), ОДО «ЗОНТ» (Украина), «ДОНМЕТ» (Украина), АМЗ ВИСТЕК, «Дельта-СТ», «Днепромметиз», «Южметиз» (Украина) и др.

Главными экспонентами форума были такие известные научно-исследовательские, производственные и учебные центры, как Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е.О. Патона, ОКТЬ ИЭС им. Е.О. Патона, Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е.О. Патона, Опытный завод сварочного оборудования ИЭС им. Е.О. Патона.



В рамках научной программы форума состоялась научно-техническая конференция «Пути повышения эксплуатационной безопасности и надежности железнодорожного транспорта на основе инновационных технологий сварки и родственных процессов».

На конференции были рассмотрены актуальные направления исследований:

- современные исследования и разработки ИЭС им. Е.О. Патона в области сварки и прочности конструкций,

- технология и оборудование для контактной стыковой сварки высокопрочных рельсов современного производства, современные системы для контроля параметров пути и рельсов,
- новая технология сварки рельсов в условиях пути,
- испытания опытных осей колесных пар, восстановленных плазменно-дуговой металлизацией,
- современные экономолегированные стали для грузовых вагонов нового поколения,
- восстановление работоспособности уникальных толстостенных деталей из чугуна,
- современные технологии лазерной резки и сварки,



ческого состояния трубопроводных систем.

Параллельно с выставками «ПАТОН ЭКСПО» проходили выставки Kyiv Technical Trade Show 2012 (организатор – ООО «ТДС Экспо») и Elcom Ukraine 2012 (организатор – ВК «Евроиндекс»).

Главную информационную поддержку форуму оказали журналы «Сварщик», «Автоматическая сварка», «Все для сварки. Торговый ряд», «Мир техники и технологий». Всего в рекламно-информационной компании выставок приняли участие 12 специализированных СМИ Украины, России и Беларуси.



- дуговая точечная сварка в вертикальном положении,
 - материалы, технология и оборудование для дуговой автоматической наплавки,
 - технология упрочнения сварных конструкций при переменных нагрузках,
 - современные отечественные электроды для ручной дуговой сварки и наплавки,
- и другие.

В рамках форума состоялся также семинар «Неразрушающий контроль в трубопроводном транспорте». На семинаре были рассмотрены вопросы:

- диагностика и мониторинг стресс-коррозионных повреждений магистральных трубопроводов;
- контроль напряженно-деформированного состояния трубопроводных систем;
- диагностика технического состояния трубопроводных систем с низкочастотным ультразвуковым мониторингом поверхности труб;
- применение рентген-телевизионного и тепловизионного методов контроля для оценки техни-



Выставки посетили более 2 тыс. специалистов, директоров и владельцев компаний – потребителей сварочных технологий, материалов и оборудования. Выставки способствовали поиску реальных возможностей сотрудничества и налаживанию новых контактов.

Форум «ПАТОН ЭКСПО» был организован на традиционно высоком уровне и заслужил отличные отзывы участников и посетителей. ● #1247

*В.Г. Абрамшвили, канд. физ.-мат. наук,
Т.И. Коваленко*

14-я Международная научно-практическая конференция «Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика»

В Санкт-Петербурге 17–20 апреля 2012 г. состоялась 14-я Международная научно-практическая конференция «Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика». Организаторы конференции: научно-производственная фирма «Плазмацентр» и Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.

Эта традиционная ежегодная конференция проводится с 1997 г. и является самой крупной в России и странах СНГ по данной тематике. Она посвящена промышленным



технологиям, обеспечивающим повышение эффективности производства.

В работе конференции приняли участие 546 человек из различных предприятий и организаций России, Украины, Казахстана, Беларуси, Узбекистана, Эстонии.

Генеральным информационным спонсором конференции выступил журнал «РИТМ». Информационную поддержку мероприятию оказали 51 периодический научно-технический журнал и 6 технических интернет-порталов.

Работа конференции велась по четырем направлениям:

- технологии восстановления первоначальной (заданной) геометрии поверхности и сварки изделий (42 доклада);
- конструкционные и эксплуатационные методы повышения долговечности, обработка поверхности изделий (23 доклада);
- технологии упрочнения и восстановления физико-механических свойств поверхности (75 докладов);
- технологии диагностики, дефектации, мойки, очистки, окраски и консервации изделий (3 доклада).

К открытию конференции был издан сборник докладов.

Во вступительном слове генерального директора научно-производственной фирмы «Плазмацентр» П.А. Тополянского было отмечено, что в России и странах СНГ проводимая в Санкт-Петербурге конференция является наиболее значимой и крупномасштабной. Главное отличие от других научно-технических конференций состоит в том, что на ней присутствуют не только ученые, преподаватели и разработчики технологий упрочнения, нанесения покрытий и ремонта, но и представители промышленности — непосредственные потребители данных технологий из разных регионов России и стран СНГ. Здесь осуществляется прямое общение разработчика и непосредственного потребителя инновационных проектов. Основная цель этой конференции — популяризация технологий, с помо-

щью которых можно создавать надежную и конкурентоспособную продукцию, пропаганда необходимости получения новых знаний, способствующих повышению качества, надежности и долговечности изделий.

Главная особенность данного мероприятия — практическая направленность, возможность нахождения исполнителей для внедрения упрочнения, нанесения покрытий, восстановления и ремонта, демонстрация процессов на конкретных изделиях. Конференция имеет также большое воспитательное значение, так как на ней присутствуют аспиранты и студенты, которые должны убедиться в необходимости и востребованности их знаний на современном этапе развития.

На конференции было заслушано 52 пленарных доклада (аннотации докладов размещены на сайте www.technoconf.ru). Каждая организация, представившая доклад, была отмечена дипломом.

На конференции распространялась «Энциклопедия технологий ремонта, восстановления и упрочнения» — компакт-диск всех материалов предшествующих конференций (около 6000 с.). Была проведена презентация книги «Плазменные технологии. Руководство для инженеров». Авторы — Н.А. Соснин, С.А. Ермаков, П.А. Тополянский.

Традиционно для участников конференции было организовано посещение промышленных участков по восстановлению и нанесению функциональных покрытий с использованием технологий газотермического напыления, наплавки и упрочнения. Участникам продемонстрировали в работе новый процесс финишного плазменного упрочнения с нанесением алмазоподобного покрытия, способный за несколько минут обработки многократно повысить стойкость изделий, а также технология плазменной наплавки-напыления. Во время работы конференции производилось упрочнение привезенного участниками инструмента и технологической оснастки, а также нанесение покрытий на представленные образцы и детали промышленных изделий.

В рамках конференции прошли школы-семинары:

- наплавка, напыление, осаждение — выбор технологии, оборудования и материалов;
- упрочнение деталей машин, механизмов и оборудования различных отраслей промышленности;



- ремонт и восстановление деталей промышленного оборудования;
- технологии увеличения стойкости инструмента, штампов холодного деформирования и пресс-форм;
- восстановление и упрочнение литейной оснастки, кузнечно-прессового инструмента и штампов.

При обсуждении участники конференции отметили сложность внедрения передовых современных технологий упрочнения, восстановления и ремонта. Активно высказывались мнения о целесообразности организации региональных центров реновации технических средств, об активизации работ по применению новых наукоемких технологий для ремонта и особенно для упрочнения ответственных деталей и инструмента. Было отмечено широкое применение плазменных, лазерных, ультразвуковых и других высокоэффективных процессов для продления ресурса работы деталей, инструмента и технологической оснастки. Все шире для упрочнения различных изделий применяются нанотехнологии. Активно проводятся совместные работы ученых и практиков различных стран СНГ. Международные конференции подобного формата способствуют развитию практически всех секторов экономики как России, так и других стран.

Ежегодная конференция, посвященная технологиям упрочнения, нанесения покрытий, восстановления и ремонта, в Санкт-Петербурге способствует интеграции науки и производства, модернизации промышленности, развитию инновационного потенциала страны и активизации инженерной деятельности.

Подробнее с материалами конференции можно ознакомиться на сайте www.technoconf.ru.

● #1248

- ▶ Сварочное оборудование и аксессуары
- ▶ Газовое оборудование для резки и сварки
- ▶ Средства индивидуальной защиты
- ▶ Средства технической химии
- ▶ Твердая и мягкая пайка
- ▶ Шлифовальные материалы
- ▶ Пилы и лентопильные станки
- ▶ Сварочное оборудование и подсобные комплектующие
- ▶ Сварочные материалы

Дистрибьюторы:

ООО "ВУТМАРК-УКРАИНА"

г. Киев, ул. Плодовая, 16

т./ф. +380 44 392 73 44

info@wutmarc.com.ua

www.wutmarc.com.ua

ООО "ЭКОТЕХНОЛОГИЯ"

г. Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62

т./ф. +380 44 200 8056

sales@et.ua

www.et.ua

ПП УКРГАЗСЕРВИС-КОМПЛЕКС

г. Киев ул. Окружная, 10

тел. +380 (44) 222-72-95

+380 (50) 446-93-76

www.ugs.kiev.ua

ООО "ТДС",

03127, г.Киев, пер. Коломиевский, 3/1

тел. +380 44 596 93 75

факс + 380 44 596 93 70;

welding@welding.kiev.ua



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,
87-100 Торунь, Польша,
т. +48 56 66-93-820
ф. +48 56 66-93-805
export@rywal.com.pl
www.rywal.eu

НАША ПРОДУКЦИЯ ПОД ТОРГОВЫМИ МАРКАМИ MOST™ И GOLD™ СЕРТИФИЦИРОВАНА УКРСЕПРО.

XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

20-23 НОЯБРЯ



Генеральні
інтернаціональні партнери



Технічний партнер



ufi
Approved
Event



ОРГАНІЗАТОР

Міжнародний виставковий центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Государственного агентства Украины
по управлению государственным
корпоративными правами и имуществом
Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"



Міжнародний виставковий центр

Україна, 02660, Київ

Броварської пр-т, 15

М "Львівська"

т (044) 201-11-65, 201-11-56

e-mail: lilia@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua

www.tech-expo.com.ua



weldex

РОССВАРКА

12-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий

23 – 26 октября 2012 года
Москва, ВВЦ «Сокольники»

+7 (495) 935 81 00

более 200 компаний из 15 стран мира!



промышленная выставка мирового уровня!

www.weldex.ru

подайте заявку на участие на сайте www.weldex.ru

Организатор:



При поддержке:

Министерства Промышленности и Торговли РФ
Правительства Московской области
Московской Межотраслевой Ассоциации Главных Сварщиков

Под патронатом:

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

Генеральный
информационный
партнер:



При содействии:



Создание и покорение суперстали

Часть 1. Кузнечная сварка и загадка булатной стали

А.Н. Корниенко

Несколько тысячелетий основой цивилизации являются железо и его сплавы. Из них изготовлено большинство современных металлоконструкций. Основная причина широкого применения — возможность путем легирования и специальной обработки изготавливать материалы с необходимыми для конкретного назначения свойствами — прочностью, твердостью, коррозионно-, жаро- и холодостойкостью, упругостью и др. Однако уже в первом тысячелетии был создан булат — сталь с необыкновенным сочетанием свойств. Воспроизвести булат до сих пор не удалось.

Технология получения железа, разработанная в различных регионах еще в период позднего неолита, заключалась в том, что куски железной руды нагревали вместе с древесным углем. Полученные крицы — комки с частицами железа, шлака и остатками руды и угля проковывали в горячем состоянии. При этом включения выдавливались, а частицы железа соединялись между собой, т. е. сваривались, образуя относительно плотный металл. Такое железо получило название «сварочного». Нагрев и ковку повторяли неоднократно, благодаря чему сварочное железо становилось чище и плотнее. Измельчение зерна придавало металлу дополнительную прочность. Такие же технические приемы применяли и тогда, когда необходимо было сваривать отдельные куски для изготовления орудий труда и оружия. (Следует отметить, что термин «сварочное железо» сохранился до сих пор, подчеркивает особенность технологии изготовления его из крицы, и применять его по отношению к другим металлам и сплавам недопустимо). Такой кричный способ получения железа господствовал на Европейском, Азиатском и Африканском континентах тысячи лет. Многие народы почитали кузнецов наравне с шаманами, знахарями. Согласно греческой мифологии, кузнечным (а значит, и сварочным) ремеслом занимался один из олимпийских богов — Гефест. Именно в его честь «электрогефестом» назвал первый способ дуговой сварки Н.Н. Бенардос. (В древнем Риме кузнецом работал бог Вулкан). Во многих музеях мира хранятся коллекции железных изделий скифов, сарматов, киммерийцев, египтян, аланов и других племен, которые относятся к разным эпохам, начиная с VIII в. до н. э. Среди них встречаются длинные лезвия мечей, сваренные из нескольких частей.



Гефест за работой

Широко применялись наварка накладных деталей рукояток мечей; пайка заготовок на конической оправке и последующая сварка внахлест краев втулок копий и дротиков; сварка обушной части топоров. Еще более сложной являлась технология изготовления многослойных клинков, состоящих из чередующихся слоев мягкого железа и стали, в том числе с содержанием углерода до 0,6–0,7%. Поскольку выплавить такую сталь в печах того времени не представлялось возможным, применяли науглероживание металла путем длительной выдержки его в тлеющих углях. С использованием кузнечной сварки железных и стальных заготовок изготавливали достаточно сложные по конструкции и ответственные по назначению предметы. Успешно применяли кузнечную сварку для соединения железа с углеродистой (до 0,9% С) сталью. Сварка позволяла получать соединения из полосок железа и стали толщиной 0,8–2 мм, в том числе при изготовлении замочных пружин, кольчуг, высококачественных режущих или рубящих частей различных орудий труда и холодного оружия. Найдены многослойные сварные мечи, серпы и топоры различной конструкции. Современными методами металлографии установлено, что один из клинков имеет одиннадцать чередующихся стальных и железных слоев. С давних пор было замечено, что качество металла зависит от условий его обработки. В древние времена была известна и закалка стали с последующим отпусканием. Достижения эмпирически найденных технологий объяснялись участием духовных сил. Так, «технологическая инструкция», содержащаяся в рукописи храма Балгала в Малой Азии, рекомендует следующим образом улучшать эксплуатационные качества кинжала: «Нагреть клинок до тех

пор, пока не засветится подобно утреннему солнцу в пустыне, потом охладить до цвета царского пурпура, втыкаяочи в тело мускулистого раба... Сила раба, переходя в кинжал, придаст металлу твердости».

Особое место в истории производства и, в частности, сварки металлов занимает булатная сталь, из которой изготавливали клинки мечей и сабель. Вероятнее всего, первоначально технология производства булатной стали была разработана в Индии, откуда попала на Средний Восток, а затем — в Европу. Впервые булат упоминается Аристотелем. В летописях рассказывается об особых, почти мистических свойствах металла, о непревзойденной остроте клинков, о том, что мечи были настолько гибкими, что ими можно было опоясаться, согнув в кольцо, а также о том, что сталь клинков разного цвета и с узорами. Арабские ученые XI в. Ибн Руста и Ибн Хордадбед считали, что с булатной сталью были знакомы и русы. В минералогическом трактате, значительная часть которого посвящена вопросам производства металлов, выдающийся ученый-энциклопедист аль Бируни сообщает и о многослойных клинках славян, живших за Румейским (Черным) морем. Про булатные мечи упоминается в летописях и поэме времен Киевской Руси «Слово о полку Игореве».

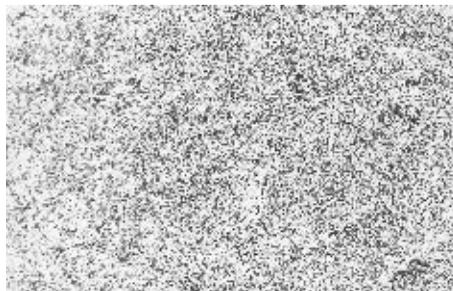
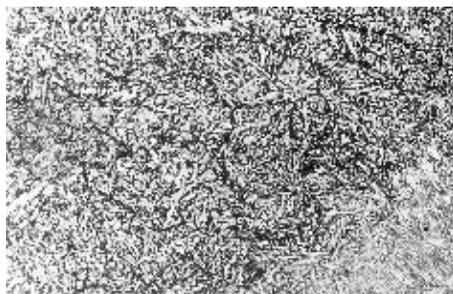
Однако технология их производства нигде не описана, а сохранившиеся образцы клинков разнообразны по составу, структуре и механическим характеристикам. Интерес же представляет металл с необыкновенным сочетанием высокой твердости, гибкости и упругости, на полированной поверхности которого можно заметить узоры. Есть предположение, что свое другое название — «дамасская» — булатная сталь получила по названию города, где изготавливали ткани с узорами, подобными тем, что просматривались на клинках. Сохранились образцы клинков с узорами в виде полос, уголков, цветков и др. Именно узоры свидетельствуют о том, что секрет булатных сталей скрывается в технологииковки и кузнечной сварки. Очевидно, что старинные мастера получали булат многократной перековкой заготовки в длинный тонкий прут, из которого свивали или просто складывали многослойную заготовку. Затем эту заготовку снова ковали и сваривали в новый брусок, повторяя эти операции несколько раз. В славянских летописях и даже в «Толковом словаре живого великорусского языка» В.И. Даля

говорится о харалужных мечах. Харалужный удар — это резкий мощный удар с оттяжкой молота. Что происходит при этом? Возможно, такой прием способствовал образованию наноструктур.

Вальтер Скотт в романе «Талисман» о вторжении крестоносцев на земли Халифата так описывает соревнование между английским королем Ричардом Львиное Сердце и султаном Салах-ад-дин Юсуф ибн Айюб ибн Шади (Саладином): «Король одним ударом меча разрубил железный брус, и на лезвии меча не осталось никакой зазубрины. Саладин же, подбросивши покрывало из тончайшего шелка, рассек его пополам». И сколько ни старался Ричард сделать то же, ему это не удавалось, поскольку у него не было клинка из настоящей булатной стали. Следует отметить, что о таком оружии в Западной Европе было известно еще до того, как отсюда на богатый Восток ринулись завоеватели. Багдадский ученый первой половины XI в. аль Кинди отмечал, что лучшие фракийские и смирманские клинки изготавливают из дамасской стали. Высокое качество этого оружия объясняется тем, что территорию Пиренейского полуострова в VIII-XI вв. занимали арабы. Обосновавшись в Испании, они продолжали поддерживать связь с более развитыми странами и народами Передней Азии, передавая в Европу новейшие достижения в градостроительстве, сельском хозяйстве, кустарном производстве. Возникли крупные металлургические центры, мастерские по изготовлению оружия, совершенствовалась технология, секреты передавались по наследству, формировались династии мастеров. Испанское холодное оружие, особенно сделанное в Толедо, отличалось высоким боевым качеством и художественной отделкой.

Клинки были многослойные, сваренные не менее чем из трех полос — стальных и железных. Лезвие клинка оттягивали на наковальне сначала в горячем состоянии, затем — в холодном, с промежуточными отжигами.

Высоким качеством клинков отличалось и оружие, изготовленное в Германии, особенно мастерами Золлингера. Но подробности производства — know how — для посторонних оставались неизвестными и непонятными. Не описана «булатная» технология и в 12-томной монографии «О металлах» ректора Лейпцигского университета Георга Бауэра (латинизированное имя — Георгиус Агрикола), вышедшей после 1555 г.



Структура дамасской стали

В течение XVII в. в Европе технология индивидуального производства холодного оружия вытесняется изготовлением большими партиями типизированных сабель и шпаг на мануфактурах, позднее — на индустриальных предприятиях. Качество клинков заметно снизилось, секреты изготовления булатной стали были утрачены. Не описаны они и в энциклопедиях М.В.Ломоносова (1763 г.), саксонского металлурга К.Ф.Рихтера (1805 г.) и др.

Но чем глубже и основательнее изучались образцы булатных клинков, тем больше возникало загадок и явных расхождений с наукой. Например, установлено, что наиболее часто встречающаяся булатная сталь содержит до 2% углерода. И ни одного легирующего элемента! Действительно, такая сталь обладает значительной твердостью, из нее изготавливают острые предметы, такие как швейные иглы. Но такая сталь очень хрупкая.

О том, что тайну булата следует искать не в составе сплава, писал еще металлург XVIII в. А.Баязет. Наполеон из египетского похода привез клинки из дамасской стали и поручил ученым изучить металл и изготовить подобное оружие. Однако не то что новые, но даже переплавленные и вновь откованные клинки потеряли свои свойства.

Многовековой опыт работы с металлами показывал, что твердость и гибкость совместить трудно. Были перепробованы все возможные способы плавления, использовано всевозможное оборудование, начиная с тиглей и простейших горнов и кончая вакуумными электронно-лучевыми установками. Не дали удовлетворительных результатов и многочисленные методы термообработки.

В начале XIX в. резко возросла потребность в металлах с высокими механическими свойствами. Разрабатываются новые высокопроизводительные технологии выплавки стали и чугуна. С появлением паровых машин, мощных механизмов, новых видов транспорта (паровозов, пароходов и др.), мостов и других конструкций, разрушение которых приводило к значительным жертвам, необходимо было решать проблемы надежности и, в первую очередь, повышения прочности сплавов

железа. По поручению Лондонского Королевского общества за исследование «булата-дамаска» взялся выдающийся физик Майкл Фарадей. Можно назвать еще десяток известных ученых и практиков, которые разрабатывали технологии производства высокопрочных материалов. Булат воспроизвести не удавалось. Однако тайна булатной стали дала цивилизации столько, сколько не смогли дать другие технологии получения и обработки металлов. Поиск работы форсировала развитие научных основ металлургии, термообработки, обработки металлов давлением и других технологий.

В России основным поставщиком холодного оружия для армии был Златоустовский железоделательный завод на Урале, основанный в 1754 г. Здесь была хорошая сырьевая база для производства стали высшего качества — руда из Бакальского рудника и древесный уголь из тайги. Так как русские мастера в то время не умели делать высококачественную сталь, на завод пригласили мастеров из Германии, из знаменитого Золингена. Довольно скоро русские мастера усвоили урок и стали самостоятельно изготавливать сталь высшего качества.

По заданию российского императора Николая I проблемой булатной стали занялся горный начальник Златоустовских казенных металлургических и оружейных заводов Павел Петрович Аносов. Выдающийся металлург впервые применил микроскоп для исследования структуры металлов и установил, что узоры на металле, а главное, свойства металлов зависят от их кристаллического строения. Всемирную известность приобрели его труды по производству стали «Описание нового способа закалки стали в сгущенном воздухе» (1827), «О приготовлении литой стали» (1837). Ученый исследовал сплавы железа с кремнием, марганцем, хромом, титаном, золотом, платиной и др. и определил влияние химического состава, структуры и особенностей обработки на свойства стали. Его монография «О булатах» (1841) была немедленно переиздана во Франции и Германии. П.П.Аносов построил цикл производства высококачественной стали и разработал новые технологии ее выплавки и обра-



Шпаги с толедскими клинками



Российское оружие из златоустовской стали

ботки. В 1847 г. он был назначен главным начальником Алтайских заводов.

Продолжателем этих работ стал Павел Матвеевич Обухов, управитель Златоустовских заводов с 1854 г. Теперь основным заданием было получение крупных слитков для артиллерийских орудий. Обухов впервые в мире разработал способ приготовления литой тигельной стали в больших количествах. В 1859 г. по его проекту в Златоусте была построена сталелитейная фабрика. Изготовленное Обуховым орудие крупного калибра выдержало 4000 выстрелов и на Всемирной выставке в Лондоне в 1862 г. было отмечено золотой медалью. (Сейчас орудие выставлено в Артиллерийском музее в Петербурге). С 1863 г. металлург руководил строительством и техническим оснащением крупнейшего завода в Петербурге, получившего название Обуховский сталелитейный завод.

В 1866–68 гг. инженер этого завода Дмитрий Константинович Чернов установил зависимость структуры и свойства стали от горячей механической и термической обработки, открыл критические температуры фазовых превращений, при которых существенно изменяются структуры и свойства стали. Этими и другими работами он способствовал превращению металлургии из ремесла в научную дисциплину и по праву признан основоположником современного металловедения. Созданную Черновым теорию кристаллизации отливок продолжали развивать, исследуя кристаллические решетки новейшими методами. В частности, было установлено, что в пространственной решетке могут быть плоскости, отличающиеся по плотности заполнения атомами; легирующие элементы и примеси распределяются неравномерно. Правильное, регулярное внутреннее строение кристаллической решетки — это лишь идеальная схема. Реально в решетках бывают точечные, линейные (дислокации), поверхностные дефекты. Металлические изделия состоят из множества мелких кристалликов (зерен), которые разделены границами. Именно здесь наиболее часто наблюдаются нарушения решетки этих кристаллов.

Оценивая эти достижения, можно сказать, что проблема производства орудийных стволов отвлек-

ла от изготовления булатных клинков. И все же одним важным результатом исследований, приближающих к решению загадки булата и для решения будущих проблем сварки высокопрочных сталей, был вывод о том, что от величины зерен во многом зависят свойства металлов. Для измельчения, уплотнения, ликвидации дефектов кристаллов следовало найти оптимальные технологии плавки, литья, термообработки и обработки давлением.

А что же происходило в Златоусте после П.П.Аносова? Вероятно, ему удалось раскрыть секрет производства булата, по крайней мере, качество изготовленных им сабель очень близко к качеству легендарных. Известный инженер-металлург Владимир Иванович Дятлов рассказывал, что на установленный вертикально клинок длиной более метра бросали стальную болванку, лезвие сгибалось почти до пола, пружинило и отбрасывало тяжелый груз. Однако драматичная история булата продолжалась. Высокие технологии обычно трудно воспроизвести только по описанию. Найденный секрет спустя некоторое время был утерян. По преданию, know how изготовления русского булата знал лишь любимый помощник Аносова Швецов, передавший, в свою очередь, секрет сыну с заветом сообщить его только «своим», то есть старообрядцам, к которым принадлежали Швецовы. Сын, умерший в 1919 г., секрет никому не передал, что легко объяснить тогдашней исторической ситуацией. Лишь в 1948 г. в связи с пышно отмечавшимся 150-летием со дня рождения П.П. Аносова, было провозглашено, что советские металлурги вновь овладели древним секретом, хотя, судя по всему, полученная сталь существенно отличалась от булата. Рекламуемые в наше время сабли и ножи также не дотягивают до настоящего булата.

И все же «секрет булата» в значительной степени стимулировал создание и развитие научных основ металлургии. Что касается П.П.Аносова, то на его трудах были воспитаны многие первоклассные металлурги. А молодой инженер-металлург В.И. Дятлов, направленный после окончания Киевского политехнического института на работу в Златоуст, возвратившись в Киев, занялся проблемами сварки, в том числе и специальных сталей.

● #1249



Ж.Г. Голобородько. Автоматическая дуговая сварка в судостроении.

Херсон: Изд. ООО «ПКФ Стар Лтд», 2011.— 233 с.

Книга посвящена актуальной проблеме совершенствования технологических процессов сварки в судостроении и базируется на опыте и практических достижениях в этой области группы судостроительных предприятий Украины, в частности, Херсонского судостроительного завода, на котором автор на протяжении длительного периода времени руководил сборочно-сварочными работами.

В книге описаны все основные стадии изготовления корпусов судов. Главное внимание уделено применению автоматизированной и механизированной сварки плавлением. Материалы книги охватывают основные сведения о современных достижениях в области дуговой сварки плавлением в части оборудования, материалов и технологии процессов.

Достоинством монографии является полнота охвата вариантов технологии сварки и их особенностей, а также практическая оценка результатов, описание оборудования для сборки, хода подготовки под сварку и собственно сварки. Эта информация представляет ценность для использования в других отраслях промышленности, занятых производством сварных металлоконструкций.

Несколько ограниченно представлены данные о современных системах полностью автоматизированного программируемого управления процессами. Кроме того, книга выиграла бы, если бы автор включил в нее основные положения международных стандартов по качеству сварки, оборудованию и сварочным материалам, принятых национальной системой стандартизации в Украине.

Публикаций, охватывающих такой объем вопросов по технологии сварки, в последние годы очень мало, поэтому можно приветствовать своевременное появление книги Ж.Г. Голобородько, которая будет полезна широкому кругу инженерно-технических работников, занятых в сварочном производстве.

Монография по полноте охвата вопросов сварочной технологии, информативности приведенных сведений и уровню изложения должна заинтересовать широкий круг читателей технических специальностей, включая студентов вузов и колледжей, сотрудников проектно-конструкторских и технологических институтов, связанных со сварочными технологиями.

Рекомендована к печати Советом Общества сварщиков Украины (протокол № 3-11 от 12.04.2011 г.)

*В.Н. Шлепаков, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины*

ПРОМЫШЛЕННАЯ НЕДЕЛЯ

IX - МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА МАШИН,
ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОДУКЦИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

МЕТАЛЛУРГИЯ - 2012

XI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МАШИНОСТРОЕНИЕ - 2012

II СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ТРУБЫ. ПРОВОЛОКА - 2012

18-21 сентября Донецк, Украина

Организатор:
ЕКСПОДОН

Специализированный выставочный центр "ЭКСПОДОН"®

Тел./факс: +38 (062) 381-21-35

E-mail: metal@ekspodon.dp.ua, http://www.ekspodon.dp.ua

03040, Украина, Донецк, ул. Челюскинцев, 109-В

Открыта подписка-2012 на журнал «Сварщик»

в почтовых отделениях Украины и России,
подписной индекс 22405. Подписку на журнал
можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
Днепропетровск	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
Донецк	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 63-91-82
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 62-52-43
	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
Киев	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Кировоград	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	(05366) 79-90-19
Кривой Рог	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
Мариуполь	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Нежин	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Николаев	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
Одесса	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Прилуки	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Полтава	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Севастополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0692) 55-44-51
Симферополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0652) 24-93-00
	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
Сумы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
	ООО «Диада»	(0542) 37-03-55
Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ – Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
Харьков	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
	ДП ЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкаassy	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

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

В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004. — 196 с. 40

А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. 50

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

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

В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с. 40

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

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

П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с. . 40

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

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

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

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

А. Г. Потальевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с. 50

Г. И. Лащенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с. 40

Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с. 50

З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с. 80

А. А. Кайдалов. Современные технологии очистки поверхностей конструкционных материалов: научно-производственное издание. 2009. — 540 с. . . 60

В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. — 400 с. 50

В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010. — 194 с. . . 40

Г. И. Лащенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с. 90

Книги прошу выслать по адресу:

Куда
почтовый индекс

Кому
Счет на оплату прошу выслать по факсу:

(.)
Реквизиты плательщика НДС:

Св. № идент. №
Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:

.
Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 66 или по факсу: (044) 287-6502.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.
В 2012 г. цены на наши издания снижены на 20–30%.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

Для получения дополнительной информации о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **03150 Киев-150, а/я 52 «Сварщик».**

1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185
1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194
1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203
1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212
1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221
1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230
1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239
1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2012 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2012 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Грн.*	Евро**
1 полоса	210×295	4000	550
1/2 полосы	180×125	2000	275
1/4 полосы	88×125	1000	140

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Грн.*	Евро**
1 (первая)	215×185	9000	1200
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	6000	800
2 и 7		5500	750

На страницах внутренней обложки

Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*	Евро**
3 (1 полоса)	210×295	5000	700
4 (1 полоса)	210×295	4800	650
5-6 (1 полоса)	210×295	4500	600
5-6 (1/2 полосы)	180×125	2300	300

* Для организаций-резидентов Украины (цены с НДС и ННП).

** Для организаций-нерезидентов Украины (возможна оплата в национальной валюте по официальному курсу).

Рекламная статья: 1 полоса (стр.) — 1500 грн. (200 Евро).

Прогрессивная система скидок

Количество подач	2	3	4	5	6
● Скидка	5%	10%	13%	17%	20%

Тарифы на рекламу универсальные — одинаковые для журналов «Сварщик» и «Сварщик в России».

При размещении рекламных-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется дополнительная скидка 5%.

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

формат журнала после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; **внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 20 мм.**

Цветные: TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5-11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9-12, текст в кривых.

Сопроводительные материалы: желательна распечатка с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать вышеуказанным.

Носители: дискеты 3.5" — 2 копии файла или архива, или флэш-диск, или CD-ROM.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в №3 — до 15.05)

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: (0 44) **287-66-02**, (050) 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com, tr@welder.kiev.ua
http://www.welder.kiev.ua/



ТМ.ВЕЛТЕК

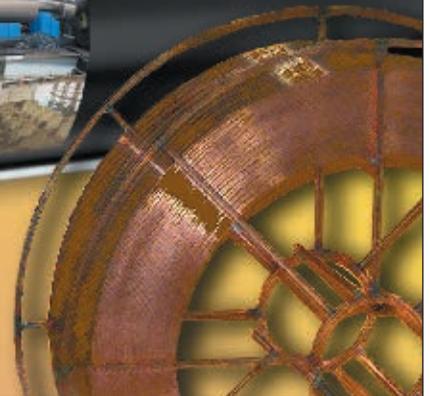
ПОРОШКОВЫЕ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ СВАРКИ, НАПЛАВКИ, НАПЫЛЕНИЯ

03680, г. Киев, Украина
ул.Боженко, 15, корп.7, оф.303
office@veldtec.ua

тел: (044) 200-84-85
факс: (044) 200-86-97
www.veldtec.ua



**МЫ СОЗДАЕМ ТО, ЧТО
ОБЪЕДИНЯЕТ И УКРЕПЛЯЕТ**



НАВКО- ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

<http://www.navko-teh.kiev.ua>

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



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

Оборудование для термической обработки из Эссена

«Ваш партнер для проведения термообработки»

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldom® GmbH Essen, Германия

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

www.weldotherm.if.ua



• Установки для термообработки сварных соединений серии VAS™, Standard™, Standard Europa™.

• Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.

• Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.

• Расходные материалы в ассортименте (изоляция, нагревательные элементы, приборы контроля температуры и т. д.)

• Сдача установок для термообработки сварных соединений в аренду.

• Услуги по термообработке.

• Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования.





ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

Украинское предприятие
ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.

На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT GmbH на соответствие требованиям стандарта ISO 9001:2008 и Государственного предприятия Научно-технический центр «СЕПРОЗ» при ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT).

Благодаря тесному сотрудничеству с ИЭС им. Е. О. Патона завод освоил производство сварочных флюсов **двойным рафинированием расплава**. Этот наиболее прогрессивный способ варки флюсов, защищенный патентами, существенно улучшил сварочно-технологические свойства флюсов при сохранении благоприятного соотношения качества и цены.



СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ
 для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей.

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АП, АН-47, АН-47Д, АН-47П, АН-60, АН-60М, ОСЦ-45, АНЦ-1А, ОСЦ-45 мелкой фракции.
 (ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ, силикатный модуль от 2,0 до 3,5.
 Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

Продукция сертифицирована в НАКС, УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарте России, TUV Nord.

Основные потребители — металлургические, машиностроительные, мостостроительные, судостроительные, вагоностроительные предприятия, нефтегазовый комплекс, которым **мы всегда гарантируем стабильность поставок и самые низкие в СНГ цены.**

Наша цель — более полное удовлетворение Ваших потребностей в качественных и современных сварочных материалах.

ПАО «Запорожстеклофлюс»
 Украина, 69035, г. Запорожье,
 ГСП-356, ул. Диагональная, 2.
 Отдел внешнеэкономических
 связей и маркетинга

Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350
 Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041
 E-mail: market@steklo.zp.ua
<http://www.steklo-flus.com>

Официальный представитель ПАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации
ЗАО «ЕвроЦентр», г. Москва. Отгрузка со складов Москвы, Курска.
 Тел. (495) 646-2755, 988-3897 — Коваленко Людмила Викторовна,
 Кащавцев Владимир Викторович, Кащавцев Юрий Викторович

Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



ООО «НПФ «Элна» является разработчиком и производителем порошковых проволок для сварки и наплавки, а также представителем компаний WELDING ALLOYS GROUP (Англия) и HYUNDAI WELDING Co. Ltd (Южная Корея) в Украине

ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «Элна»
 ул. Антоновича, 69, г. Киев, 03150, Украина
 тел. (044) 200-80-25, 200-85-17, факс (044) 200-85-17
 e-mail: info@elna.com.ua www.elna.com.ua

