



КОМПАНИЯ

www.kordp.ru e-mail: kord@kordp.ru

Производство инновационного сварочного оборудования и аксессуаров серии «КОРД»



142155, МО, Подольский р-н, пос. Львовский, пр. Metallургов, д. 3
Тел./факс: (495) 996-83-99, 996-83-07, (499) 400-50-00;
(8-4967) 60-55-61, 60-55-62



Новейшая инновационная серия клеммы заземления — центраторы «Корд»

ООО «Компания «Корд» на рынке газосварочного оборудования уже 16 лет.

Особенность оборудования, производимого компанией «Корд», в том, что все изделия — результат инновационных разработок. Новизна защищена патентами. К таким изделиям относятся клеммы заземления — центраторы. Аналогов этому изделию нет.

Новейшая инновационная серия клеммы заземления — центраторы «Корд» предназначены для присоединения сварочного кабеля к заземлению и для выполнения центрирования торцов труб при их сварке встык.

Основные преимущества:

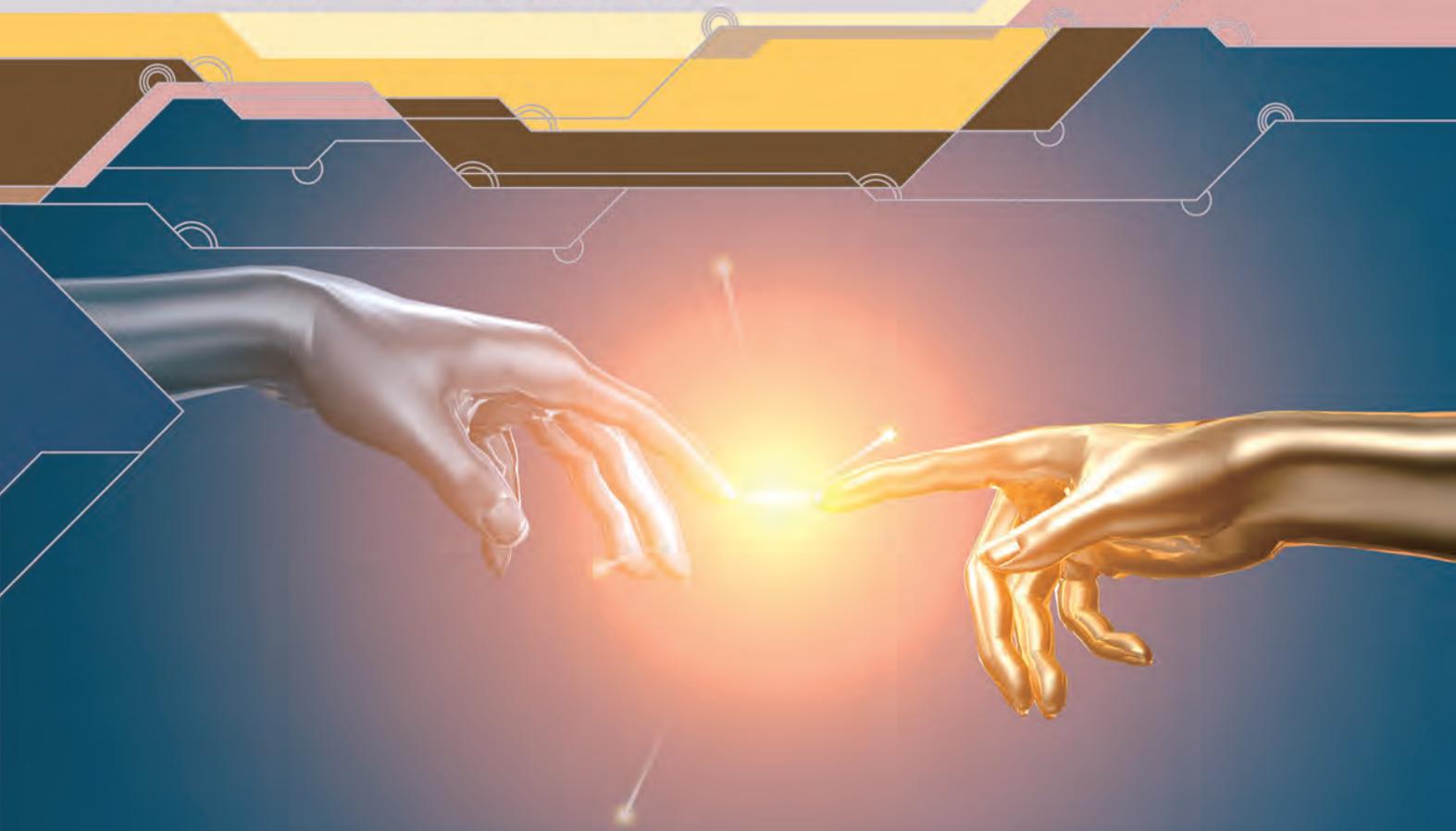
- прочная литая конструкция из латуни;
- долговечность;
- минимальное электрическое сопротивление.

Технические характеристики

Наименование	Наибольшая сила сварочного тока, А	Наружный диаметр центрируемых труб, мм
КЗ-40С-ЦТ 10,2-48	400	10,2–48,0
КЗ-40С-ЦТ 13,5-60	400	13,5–60,0
КЗ-50С-ЦТ 42,3-60	500	42,3–60,0
КЗ-50С-ЦТ 21,3-75,5	500	21,3–75,5
КЗ-60С-ЦТ 42,3-60	600	42,3–60,0
КЗ-60С-ЦТ 42,3-60	600	42,3–88,5



Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона



ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» — представитель Института электросварки им. Е.О.Патона (Украина) в России. Основной вид деятельности — внедрение научно-технических разработок и достижений прикладной науки в реальное производство.

Институт электросварки им. Е.О.Патона в советское время являлся ведущим институтом в области сварки и родственных технологий и до сих пор остается крупнейшим в мире центром создания ресурсосберегающих и конкурентоспособных технологий сварки, наплавки, резки, восстановления, нанесения защитных покрытий и специальной металлургии. Более чем за 70-летнюю историю существования Института лучшими учеными страны создан и накоплен значительный интеллектуальный, научно-технический и производственный потенциал, позволяющий на самом высоком уровне создавать современные технологии, материалы и оборудование для всех отраслей промышленности.

ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» предлагает технологии и услуги, направленные на оптимальное решение технических проблем с максимальным экономическим эффектом в условиях реального производства:

- технологии восстановления и продления ресурса уникальных металлоконструкций;
- проектирование и изготовление специализированного оборудования для сварочных и наплавочных работ;
- технический аудит, консалтинг применения сварочных технологий, материалов, оборудования;
- издание производственно-практического журнала «Сварщик в России», книги и брошюр по сварке и родственным технологиям.

6 (40) 2012

ноябрь–декабрь

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс **К0103** в каталоге российской
прессы «Почта России» — персональная подписка

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

В России

6–2012

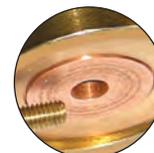
СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 6



Технологии и оборудование

Линия PLAZER ISS-75-PL для плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности деталей мощных дизелей локомотивных и судовых двигателей. *В.Н. Коржик, М.Ф. Короб* 8



Крепление лопаток турбины бандажной лентой заклепками из стали 30X13 с применением локального нагрева. *С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, Б.А. Трембач, А.И. Коровченко, Л.Н. Наумова, Ю.И. Костюченко, И.А. Трембач, Т.Б. Золотопупова* 12

Обзор моделей сварочного оборудования EWM. Тенденции 2012 года. *А. Ермолин* 16



Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением. *Г.И. Лашенко* 18

Вспомогательные газы для лазерной резки металлов. *М.А. Степанова* 22

Наши консультации 27

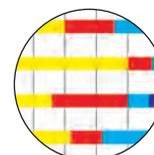
Практикум сварщика

Подготовка деталей и сборка конструкций для сварки в защитных газах. *С.Т. Римский* 28



Экономика сварочного производства

Ситуация на рынке основных конструкционных материалов и сварочной техники Японии. *О.К. Маковецкая* 32



Зарубежные коллеги 40

Подготовка кадров

Ассамблея Международного института сварки 2012 года. *Е.П. Чвертко* 42



Выставки и конференции

«Weldex/Россварка 2012» представила самые прогрессивные сварочные технологии 46



Страницы истории

Создание и покорение суперстали. Часть 3. Катастрофы подводных лодок стимулируют развитие сварки и специальной металлургии. *А.Н. Корниенко* 48

News of technique and technologies	6
Technologies and equipment	
Line PLAZER ISS-75-PL for plasma dispersing of coverings on working surfaces of details of powerful locomotive and ship engines. <i>V.N.Korzhih, M.F.Korob</i>	8
Fastening blades of the turbine by tread strip by a rivet from steel 30X13 with application of local heating. <i>S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L.Vasilenko, B.A.Trembach, A.I.Korovchenko, L.N. Naumova, Yu.I.Kostyuchenko, I.A.Trembach, T.B.Zolotopupova</i>	12
Review of models of EWM welding equipment. Year trends of 2012. <i>A. Ermolin</i>	16
Directions of development of the combined technologies of fusion welding. <i>G.I. Lashchenko</i>	18
Auxiliary gases for laser cutting of metals. <i>M.A. Stepanova</i>	22
Our consultations	27
Welder's practical work	
Preparing of details and assembling of constructions for gas-shielded welding. <i>S.T. Rimskiy</i>	28
Economy of welding manufacture	
Situation in the market of the basic constructional materials and welding engineering of Japan. <i>O.K.Makovetskaya</i>	32
The foreign colleagues	40
Training of personnel	
Assembly of the International institute of welding of 2012. <i>E.P.Chvertko</i>	42
Exhibitions and conferences	
«Weldex/Россварка 2012» represented the best progressive welding technologies	46
Pages of a history	
Creation and conquest of supersteel. Part 3. The accidents of submarines stimulate development of welding and special metallurgy. <i>A.N.Kornienko</i>	48

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-24185 от 25.04.2006, выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Издатель ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е. О. Патона»

Главный редактор Б. В. Юрлов

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили, Е. К. Доброхотова

Маркетинг и реклама А. Н. Храмчихина, Т. И. Коваленко

Верстка и дизайн Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19

Телефон +7 499 922 69 86

Факс +7 499 922 69 86

E-mail ctt94@mail.ru

URL http://www.welder.msk.ru

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 в России» обязательна.

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2012

Подписано в печать 11.12.2012. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC.

Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Тираж 3000 экз.

Заказ № П000013456 от 06.12.2012.

Издание выходит при содействии информационно-технического журнала «Сварщик»

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, ООО «Экотехнология»

Издатель ООО «Экотехнология»

Главный редактор Б. В. Юрлов

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

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8014, 287 6502

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

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

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

Подписной индекс 20994 в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс K0103 в каталоге российской прессы «Почта России» — персональная подписка

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Линия PLAZER ISS-75-PL для плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности деталей мощных дизелей локомотивных и судовых двигателей

В.Н. Коржик, М.Ф. Короб

Описано оборудование PLAZER ISS-75-PL для нанесения плазменных износостойких, коррозионностойких, кавитационностойких, жаростойких и теплозащитных покрытий на рабочие поверхности гильз и других деталей цилиндрической группы локомотивных дизелей и судовых двигателей. Приведены схемы и технические характеристики линии PLAZER ISS-75-PL.

Крепление лопаток турбины бандажной лентой заклепками из стали 30X13 с применением локального нагрева

С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, Б.А. Трембач, А.И. Коровченко, Л.Н. Наумова, Ю.И. Костюченко, И.А. Трембач, Т.Б. Золотопупова

Рассмотрен вопрос повышения надежности и качества заклепочных соединений при креплении лопаток бандажной лентой, а также роль локального нагрева в этом процессе. Рассмотрены применяемые материалы и режим нагрева.

Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением

Г.И. Лашенко

Проведен анализ существующих и определение новых возможных направлений совершенствования технологии сварки плавлением на основе комбинирования энергии и защитной среды, подаваемых в рабочую зону. Рассмотрены характеристики источников сварочного нагрева, комбинирование источников термической энергии при сварке, виды защиты расплавленного металла от воздуха при различных способах сварки плавлением.

Вспомогательные газы для лазерной резки металлов

М.А. Степанова

Приведены факторы, влияющие на выбор вспомогательного газа для лазерной резки металла. Главные из них: тип и толщина металла, скорость резки и другие параметры. Рассмотрены аспекты планирования поставок газа и факторы, которые необходимо учитывать при этом; вопросы качества газа; влияние чистоты кислорода на скорость резки, экономический эффект от применения чистого кислорода. Описаны типичные случаи использования для резки кислорода и азота. Дана диаграмма структуры годовых затрат на производство одной детали.

Ситуация на рынке основных конструкционных материалов и сварочной техники Японии

О.К. Маковецкая

Приведены статистические данные об объеме и структуре производства и потребления сварочных материалов в Японии за последние годы. Даны показатели производства сварочного оборудования, экспорта и импорта. Показаны объем производства, поставок на внутренний рынок и экспорт промышленных роботов и манипуляторов для сварки, а также объем производства промышленных лазеров для обработки металла в 2008–2011 гг.

Ассамблея Международного института сварки 2012 года

Е.П. Чвертко

Освещена 65-я Ежегодная ассамблея Международного института сварки (МИС), прошедшая в июле 2012 г. в Hyatt Regency Denver и Colorado Convention Center в Денвере, Колорадо (США). Перечислены главные награды, врученные за выдающиеся работы в области сварки и родственных процессов. Кроме традиционных, отмечена впервые врученная награда за лучшую статью в журнале *Welding in the World*, опубликованную в одном из шести выпусков, предшествующих ассамблее.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Безникелевые хромомарганцевые электроды для сварки и наплавки высокопрочных и разнородных сталей

В.М. Кулик, Э.Л. Демченко, Д.В. Васильев, В.П. Елагин

Описаны разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона безникелевые хромомарганцевые электроды марок АНВМ-2 и АНВМ-3 для ручной дуговой сварки и наплавки. Даны характеристики электродов, механические свойства и твердость металла сварного шва. Приведены результаты испытаний и области применения хромомарганцевых электродов.

Ручные и машинные резаки с быстросменными моноблочными мундштуками для резки заготовок толщиной до 500 мм

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, К.П. Шаповалов, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко

Рассмотрены разработанные в ПАО «НКМЗ» и ООО «НИ-ИПТМаш — Опытный завод» и внедренные в производство экономичные ручные и машинные резаки для резки заготовок толщиной до 500 мм. Приведены результаты экспериментов и технические характеристики резаков ТОРН-Р и ТОРН-М.

Повышение эксплуатационных характеристик валков горячей прокатки поверхностной плазменной закалкой

А.В. Мезенцев, А.А. Бердников, Д.В. Безносков

Рассмотрен процесс плазменной закалки дугой прямого действия, применяемый для упрочнения калибров сложной конфигурации валков горячей прокатки. Даны результаты испытаний чугуновых валков, подвергнутых плазменной закалке. Приведены данные по увеличению стойкости опытных комплектов упрочненных валков.

Концепция модульных гибких производственных систем дуговой сварки

В.В. Ишуткин

Предложены компоненты и технологические схемы гибких производственных систем для дуговой сварки, сформированных по модульному принципу. Рассмотрены возможные режимы работы, критерии производительности и граничные условия применения таких систем.

Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением

Г.И. Лашенко

В продолжении статьи рассмотрены такие направления развития комбинированных технологий сварки, как двух- и трехдуговая сварка плавящимися электродами, гибридная сварка (дуговая+газовое пламя) и комбинированные технологии лазерной, электронно-лучевой и дуговой сварки.

... И МНОГОЕ ДРУГОЕ!

Универсальный твердомер ТМ-40

Легкий малогабаритный твердомер предполагает два метода измерения: динамический (Leeb) и импедансный ультразвуковой (UCI). Прибор может быть использован в различных отраслях машиностроения, металлургии и энергетики.

Последняя разработка предназначена для оперативного измерения твердости промышленных изделий по шкалам Бринелля, Роквелла и Виккерса, а также пересчета в предел прочности по ГОСТ 22761-77 и диагностики остаточного ресурса металла во всех отраслях промышленности, производственных и лабораторных условиях.

При использовании динамического метода прибор осуществляет контроль твердости углеродистых сталей, а также чугунов, цветных металлов, их сплавов. При использовании импедансного ультразвукового метода производится измерение твердости конструкционных и углеродистых сталей в полевых, цеховых и лабораторных условиях.



Техническая характеристика ТМ-40:

Диапазоны измерений твердости:

HRC ₉	20–68
HB	95–450
HV	95–950
предела прочности R _m	370–1500

Шероховатость поверхности Ra,
мкм, не более

2,5

Минимальная масса изделия, кг:

динамический датчик

2,0

импедансный датчик

1,0

Минимальная толщина изделия, мм:

динамический датчик

10

импедансный датчик

4

Количество запоминаемых результатов (страниц памяти)

2000 (200)

Рабочий диапазон температур, °C

От –5 до 40

Питание

Два элемента АА

Габаритные размеры, мм

122×65×23

Масса электронного блока, кг

0,15

Отличительные особенности прибора:

- легкое и удобное управление;
- большой графический индикатор (126×64 точек) с яркой подсветкой;
- контроль изделий широкого диапазона массы и толщины;
- автоматическое определение типа подключенного датчика;
- одновременный вывод необходимой информации на индикатор;
- новый подход в статистической обработке результатов измерений, оценка разброса данных в каждой серии измерений;
- вывод результатов измерений на ПК через интерфейс USB;
- автоматическое отключение прибора;
- степень пылевлагозащиты IP54. ● #635

ООО НПФ «Ультракон» (Киев)

«Уралтрубпром» впервые изготовил электросварную трубу из стального рулона толщиной 20 мм

На ОАО «Уралтрубпром» впервые была изготовлена стальная электросварная труба диаметром 530 мм с толщиной стенки 20 мм, класса прочности K50, длиной 16,5 м (без стыковочных швов), в объеме 4200 т. Данный заказ был выполнен в сжатые сроки для нефтегазовой компании ОАО «Ямал СПГ». Труба 530×20 мм будет использоваться для объектов капитального строительства Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения.

Впервые в России такая труба была сварена из горячекатаного рулонного проката производства компании ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», тогда как

обычно ее изготавливают из листа. Непростой задачей оказался вопрос согласования технических характеристик рулонного проката по ГОСТ 19281-89 (толщина, длина, класс прочности). После переговоров прокат с установленными характеристиками был поставлен на ОАО «Уралтрубпром» в кратчайшие сроки.

Содействие в транспортировке длинномерной трубы оказали компании ООО «Трубная транспортная компания» (Москва) и ООО «Спецэнерготранс» (Челябинск), предоставившие специализированные платформы длиной 18,4 и 24,4 м.

● #636

www.rusmet.ru

Сварка последовательными дугами MIG/MAG

Для сварки последовательными дугами MIG/MAG могут быть использованы такие способы, как импульсно-импульсная, струйно-импульсная, струйно-струйная и в некоторых случаях импульсно-струйная дуговая сварка.

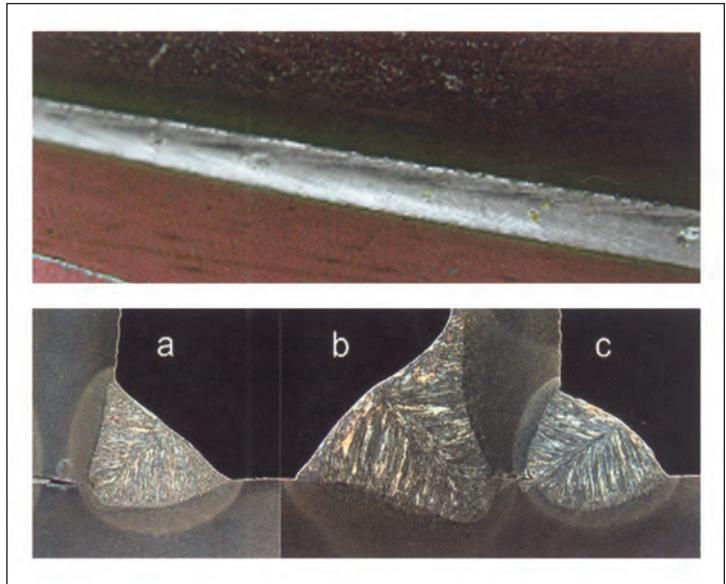
Две присадочные проволоки могут быть разного диаметра и изготавливаться из различных сплавов, одна из них может быть сплошной, а другая — порошковой. Основная идея состоит в том, что ведущая присадочная проволока используется для обеспечения надлежащего провара, а ведомая — для придания формы шва.

Преимущества сварки последовательными дугами MIG/MAG по сравнению с однопроволочной сваркой состоят в следующем:

- при сварке тонких листов скорость сварки выше;
- при сварке металла большой толщины (тяжелые конструкции) достигается большая плавильная мощность;
- удлиненная сварочная ванна позволяет увеличить эффективность отвода газов, что способствует уменьшению пористости;
- уменьшаются деформации;
- не требуется использование специального защитного газа.

По сравнению с однопроволочной сваркой сварка последовательными дугами имеет некоторые ограничения. Например, необходимость применения сварочной горелки большого размера, что ограничивает доступность и уменьшает траекторию радиального перемещения. Этот процесс пригоден только для механизированной и автоматизированной сварки. Воздействие магнитного дутья выше, чем при одnodуговой сварке, однако его можно сократить при помощи заземления заготовки.

Для данного процесса специалистами компании Kemppi разработано оборудование KemArc Pulse TCS. В его состав вхо-



Параметр	a	b	c
Толщина сварного шва, мм	4	6	3
Скорость подачи проволоки, м/мм	14+12	14+12	14+14
Скорость сварки, м/мм	1,6	0,65	1,9
Плавильная мощность, кг/ч	13	13	14

дит программное обеспечение, которое контролирует и управляет обеими сварочными дугами. Программное обеспечение TCS соединяет обе дуги с системой интеллектуальной синхронизации, разработанной компанией Kemppi. Ведомая дуга постоянно следит за ведущей и в соответствии с ее параметрами выбирает параметры для себя.

Пример использования этого способа сварки — выполнение углового шва на стальной поверхности, обработанной грунтовкой (рисунки). В качестве основного материала использовали сталь толщиной 6 мм, а в качестве присадочного — сплошную сварочную проволоку G3Si1 диаметром 1,2 мм. Защитный газ — Ar+18% CO₂.

В системе KemArc Pulse TCS использован процесс WiseFusion, предназначенный для облегчения определения сварочных параметров. Это позволяет обеспечить оптимально короткую дугу, а также направляет энергию дуг в узкую зону. В результате тепловложение уменьшается, а скорость сварки увеличивается.

• #637

Компания Kemppi

ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2013**
на журнал «Сварщик в России».

Подписные индексы в каталогах: «Пресса России» – 20994; «Почта России» – K0103 (персональная подписка)

Линия PLAZER ISS-75-PL для плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности деталей мощных дизелей локомотивных и судовых двигателей

В.Н. Коржик, д-р техн. наук, М.Ф. Короб, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Оборудование PLAZER ISS-75-PL предназначено для нанесения в механизированном режиме плазменных износостойких, коррозионностойких, кавитационностойких, жаростойких и теплозащитных покрытий на внутренние и наружные поверхности гильз и других деталей цилиндро-поршневой группы мощных дизелей, рабочие поверхности которых работают в тяжелых условиях нагружения.

Покрытия, нанесенные с помощью данного оборудования, способствуют повышению долговечности и экономичности двигателя благодаря снижению износа, коэффициента трения и наличию защиты от коррозии. Кроме того, весь блок цилиндров становится более дешевым, компактным и легким за счет возможности замены стали алюминиевыми или другими сплавами с плазменным защитным покрытием.

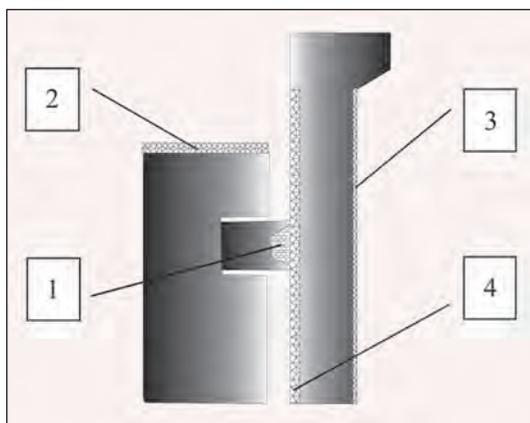


Рис. 1. Плазменные защитные покрытия на деталях цилиндрикопоршневой группы тяжелонагруженных дизелей: 1 — износостойкое плазменное покрытие поршневого кольца; 2 — термобарьерное каталитическое плазменное покрытие поршня; 3 — кавитационностойкое плазменное покрытие наружной поверхности втулки цилиндра; 4 — износостойкое, задиристое, термобарьерное плазменное покрытие внутренней поверхности втулки цилиндра

Плазменные защитные покрытия на деталях цилиндрикопоршневой группы (рис. 1) и элементах камеры сгорания, нанесенные с помощью линии PLAZER ISS-75-PL, позволяют в 3–4 раза уменьшить износ, увеличить их жизненный цикл практически до выработки запаса усталостной прочности материала, улучшить технические характеристики двигателя (снизить расход топлива и масла, количество вредных выбросов, повысить мощность) и получить значительную экономию.

Применение оборудования PLAZER ISS-75-PL позволяет формировать на цилиндрической гильзе (втулке) поверхностные слои с необходимым набором свойств.

Линия PLAZER ISS-75-PL (рис. 2) содержит полуавтомат 1 для абразивоструйной обработки с абразивоструйным аппаратом 2 нагнетательного типа, напылительный полуавтомат 3, шкаф управления 4 линией, плазменную установку PLAZER 75-PL, которая включает источник электропитания 5, шкаф управления 6, питатели-дозаторы 7, плазмотрон 8 для напыления внутренних поверхностей.

Комплектность линии PLAZER ISS-75-PL: установка плазменного напыления PLAZER 75-1-PL, дополнительно укомплектованная плазмотроном для внутреннего напыления с удлинителем; камера-полуавтомат для плазменного напыления покрытий на внутренние и наружные поверхности деталей типа «цилиндр», «вал» в вертикальной плоскости; камера-полуавтомат для струйно-абразивной обработки внутренних и наружных поверхностей деталей типа «цилиндр», «вал» в вертикальной плоскости; вращатель-манипулятор изделия; абразивоструйный аппарат нагнетательного типа; электрооборудование с программируемыми контроллерами; система управле-

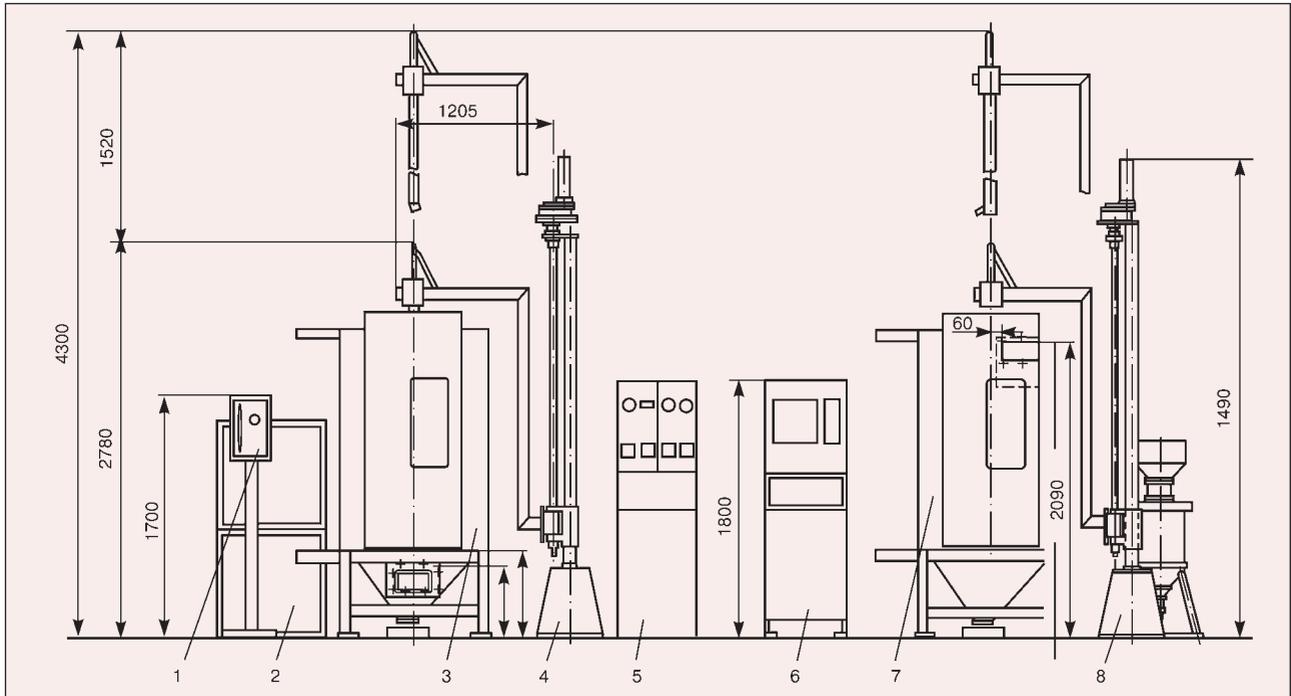


Рис. 2. Схема линии плазменного напыления покрытий PLAZER ISS-75-PL на рабочие поверхности гильз судовых и локомотивных двигателей

ния на базе промышленного компьютера с программным обеспечением (операционная система реального времени); пневмосистема и аспирационная установка с системой очистки от пыли и аэрозолей.

Полуавтоматы абразивоструйный и напылительный (рис. 3) выполнены по единому принципу. Они содержат камеру, в первом случае с внутренней резиновой обшив-

кой для сохранности абразива, во втором — с шумоизолирующей обшивкой. В камере размещен поворотный стол для закрепления и вращения детали. Камеры оборудованы также приточно-вытяжной вентиляцией и системами датчиков. В состав полуавтоматов входят две колонны с инструментом: в первом случае с абразивоструйным пистолетом, во втором — с плазмотроном. Абра-



Рис. 3. Внешний вид полуавтоматов для напыления (а) и абразивоструйной подготовки (б) гильз судовых и локомотивных двигателей

Техническая характеристика линии PLAZER ISS-80-PL

Установка плазменного напыления PLAZER 80-1-PL:	
мощность, кВт	До 85
рабочий газ	Воздух + пропан или метан (до 4–10%)
сила тока, А	150–270
напряжение, В	150–300
Размеры деталей для плазменного напыления, мм, не менее:	
длина цилиндрических деталей, мм	63–1904
диаметр цилиндрических деталей, мм	20–580
длина плоских деталей, мм	63–1904
ширина плоских деталей, мм	40–500
Максимальная масса напыляемых цилиндрических деталей, кг, не более	240
Максимальная масса напыляемых плоских деталей, кг, не более	500
Скорость перемещения плазмотрона вдоль оси, мм/с	5–250
Скорость перемещения плазмотрона поперек оси, мм/с	5–250
Длина хода рабочего перемещения плазмотрона, мм	2015
Частота вращения напыляемой детали, об/мин:	
наименьшая, не более	15
максимальная, не менее	375
Скорость перемещения сопла пистолета для струйно-абразивной обработки	
вдоль оси, мм/с	2–100
Скорость перемещения сопла пистолета для струйно-абразивной обработки	
поперек оси, мм/с	4–180
Длина рабочего перемещения сопла пистолета для струйно-абразивной обработки, мм	1700
Частота вращения шпинделя для струйно-абразивной обработки, об/мин	22,5–500
Тип тока электрооборудования с программированным контроллером	Переменный 3-фазн.
Частота тока, Гц	50
Напряжение сети, В	380
Напряжение цепей управления, В	24
Давление сжатого воздуха в пневмосистеме (оборотного воздухообеспечения), кПа:	
не менее	500
не более	800
Количество раздвижных дверей в комплексе для загрузки деталей для напыления, шт.	2
Толщина шумозащитного слоя, мм:	
полимерное покрытие	0,5
пенопласт	20
базальт	58
стекловолокно	1,5
Количество окон со светофильтром для визуального наблюдения за процессом, шт.	2
Объем воздуха, отсасываемого аспирационной установкой, м ³ /ч	7
Наличие фильтров очистки от пыли и аэрозолей в аспирационной установке	+
Габаритные размеры камеры-полуавтомата для напыления	
(с навесными деталями) мм, не более:	
длина	5360
ширина	4580
высота	2600
Габаритные размеры камеры-полуавтомата для струйно-абразивной обработки	
(с навесными деталями), мм, не более:	
длина	4900
ширина	3850
высота	2500
Масса технологического полуавтоматического комплекса	
(без плазменной установки), кг, не более	10900

Примечание: Полуавтоматы абразивоструйный и напылительный разработаны при участии ООО «Оберт».



Рис. 4. Внешний вид шкафов управления полуавтоматом PLAZER ISS-75-PL (а) и плазменной установкой PLAZER 75-PL (б)

живоструйный пистолет и плазмотрон имеют две степени свободы — возвратно-поступательное перемещение и поперечное. Все перемещения выполнены на базе регулируемых приводов постоянного тока.

Управление полуавтоматами и плазменной установкой осуществляется со шкафа управления (рис. 4). Программное обеспечение позволяет гибко управлять всеми параметрами процесса и стабилизировать их.

Плазмотрон (рис. 5) является универсальным по исходному материалу — порошки или проволока. В качестве плазмообразующего газа используют смесь сжатого воздуха с пропан-бутаном или природным газом (до 4–10%).

С помощью данного оборудования в Украине и в Российской Федерации выпущено несколько тысяч гильз различного типа локомотивных и судовых дизелей с плазменно-напыленным покрытием. Опыт эксплуатации (более пяти лет) на локомотивах с пробегом более 500 тыс. км и 5 тыс. ч на речных дизелях подтверждает результаты исследований. Износ втулок на речных судовых дизелях за навигацию составляет в среднем 0,02 мм против 0,08 по нормативу. Предлагаемая технология и оборудование позволяют из отработавших свой срок по износу внутренней поверхности чугунных втулок (рис. 6) изготавливать практически новые и более износостойкие.

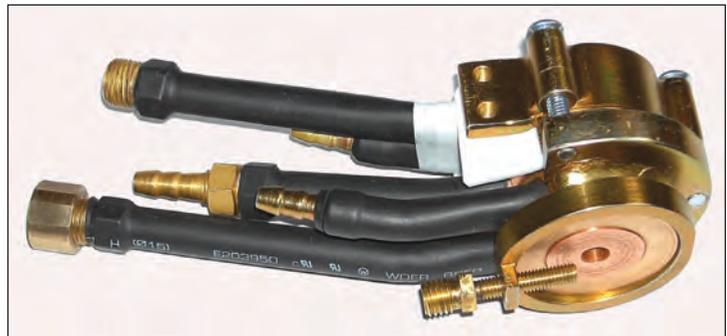


Рис. 5. Плазмотрон для напыления покрытий на внутренние поверхности гильз судовых и локомотивных двигателей



Рис. 6. Цилиндрические втулки тяжело нагруженных дизелей с плазменным покрытием

Крепление лопаток турбины бандажной лентой заклепками из стали 30Х13 с применением локального нагрева

С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, Б.А. Трембач, А.И. Коровченко, Л.Н. Наумова, Ю. И. Костюченко, И.А. Трембач, ПАО НКМЗ, Т.Б. Золотопупова, ДГМА (Краматорск)

На показатели надежности и экономичность эксплуатации турбины большое влияние оказывает качество клепаных соединений, обеспечивающих требуемую плотность прилегания бандажей к торцам лопаток и степень наклепа торца поверхности лопатки. Установлено, что получение качественных заклепочных соединений возможно при их локальном нагреве специально разработанным наконечником горелки.

Газовые турбины (рис. 1) являются одним из наиболее сложных видов современного энергетического оборудования. Они работают в сложных условиях эксплуатации, вызванных большими скоростями вращающихся частей, большими напряжениями в металле, высокими давлениями и температурами пара, вибрациями и другими факторами.

Лопаточный аппарат — наиболее ответственный и дорогой элемент турбины. От качества материала, выполнения и установки лопаточного аппарата в значительной степени зависят надежность и экономичность эксплуатации турбины. Указанные сложные условия работы лопаточного аппарата

определяют и те высокие требования, которым должны удовлетворять не только конструкция и материалы, из которых они изготавливаются, но и качество изготовления. Поэтому повышенные требования предъявляются к надежности и качеству постановки заклепочных соединений при креплении бандажной ленты к лопаткам.

Одним из требований, предъявляемых к технологии крепления, является плотное прилегание бандажной ленты к торцам и шипам всех соединяемых лопаток и надежная расклепка шипов над бандажной лентой с обеспечением требуемой плотности прилегания бандажей к торцам лопаток. От состояния радиальных зазоров между подвижными и неподвижными частями турбины в проточной части в значительной степени зависят надежность и экономичность эксплуатации турбины. Установка бандажных лент на пакеты лопаток придает им необходимую жесткость, что уменьшает вибрации и вместе с тем ограничивает по

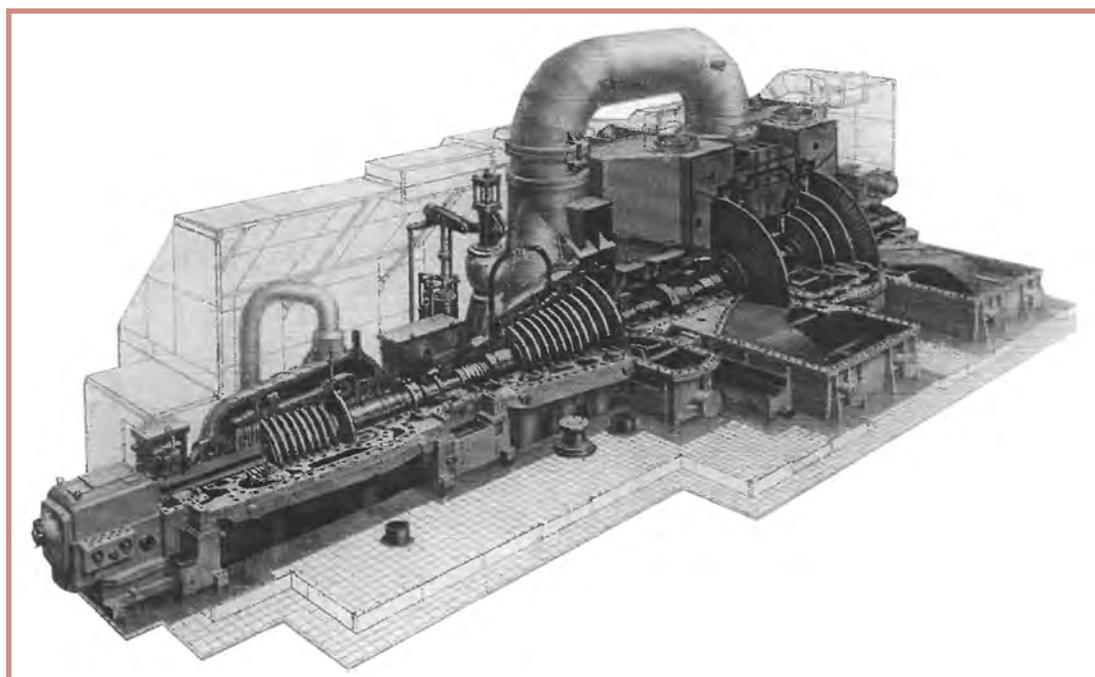


Рис. 1.
Внешний вид турбины

высоте лопаток каналы для прохода пара, создает условия для лучшей организации парового потока и уменьшения его протечек.

Для качественной установки бандажных лент на пакеты лопаток и расклейки шипов необходимо обеспечить правильное положение бандажа относительно оси симметрии шипов всех лопаток, плотное прилегание и жесткое соединение бандажа с торцами соединяемых им лопаток. Уменьшение междулопаточных сечений, нарушение правильности профилей междулопаточных каналов приводят к увеличению напряжений в рабочих лопатках и диафрагмах вследствие перераспределения теплового перепада и ускорению коррозии. В результате будут увеличиваться шероховатость поверхности лопаток и загрязнение отложениями, что вызовет заметное снижение экономичности турбины, а также может привести к небалансу ротора с вытекающими отсюда вибрацией турбины и возрастанием напряжения в лопатках. Таким образом, от долговечности клепаных соединений зависит прочность крепления и плотность прилегания бандажной ленты к торцам лопаток, а также зазор между подвижными и неподвижными частями установки (рис. 2).

Заклепки для крепления лопаток, как правило, изготавливают из хромистой нержавеющей стали. Для изготовления первых рядов рабочих и направляющих лопаток, ленточных и проволочных бандажей в турбинах с начальной температурой газа до 500°C применяют хромистые нержавеющие стали марок 20X13, 30X13, 40X13. С целью повышения прочности заклепочных соединений и соответственно надежности крепления лопаток к бандажам была применена сталь 30X13 — более прочная, чем 20X13, и более пластичная, чем сталь 40X13. Данная сталь обладает высокой прочностью, сохраняя ее при высоких температурах, хорошими пластическими свойствами, сопротивлением ползучести и эрозионному разрушению, коррозионной стойкостью, высоким декрементом затухания, хорошей способностью к механической обработке и др.

Отдельные сегменты бандажной ленты, предварительно выгнутые соответственно дуге расположения шипов, необходимо надевать без всякого натяга отдельных лопаток, так как это может создать дополнительное напряжение в хвостах лопаток и привести к их изгибу в тангенциальном и осевом направлениях. Посадка на шипах не должна быть напряженной, но шипы не должны за-

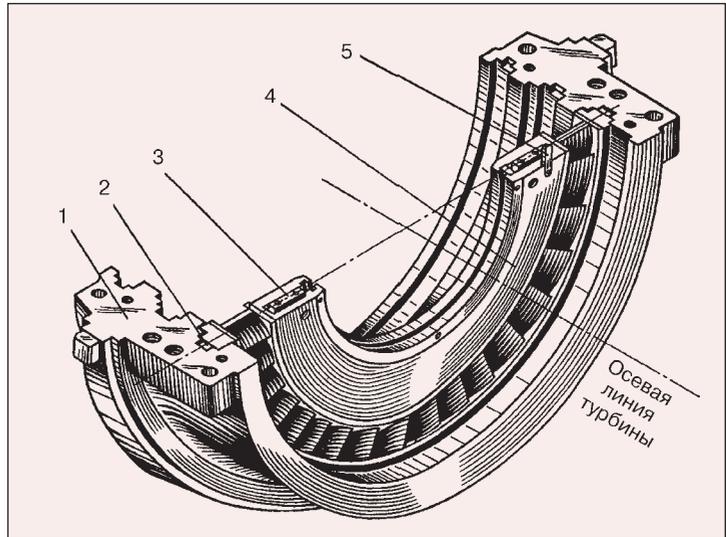


Рис. 2. Установка диафрагмы в обойму: 1 — обойма; 2 — подвеска диафрагмы; 3 — продольная шпонка; 4 — диафрагма; 5 — поперечная шпонка

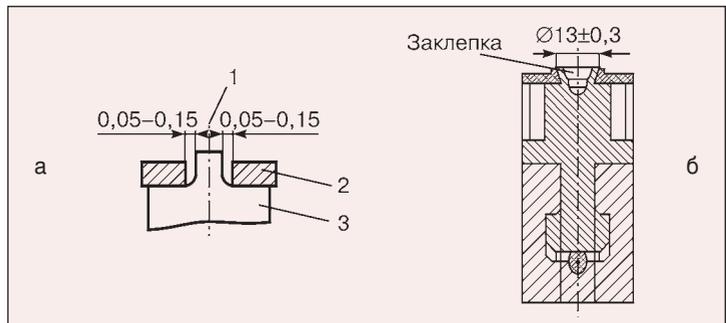


Рис. 3. Посадка бандажной ленты: а — зазоры между шипом и бандажной лентой; б — форма заклепочного соединения после расклейки (1 — шип диаметром 10 мм; 2 — бандажная лента; 3 — лопатка)

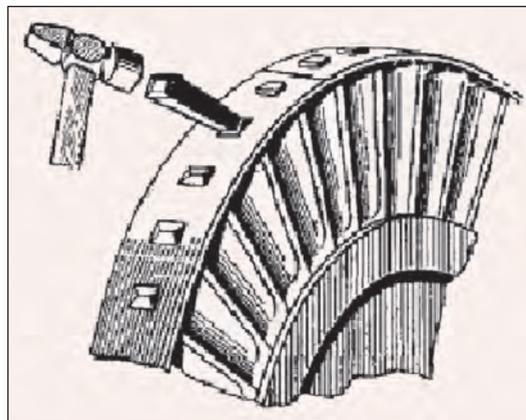


Рис. 4. Технология расклейки

ходить в отверстия в бандаже с зазором больше 0,05—0,15 мм на сторону в зависимости от толщины бандажа (рис. 3).

Постоянные заклепки должны входить в отверстия плотно, под легкими ударами ручника массой не более 500 г с одинаковым усилием по всей длине отверстия, при этом ни слабые заклепки, ни слишком тугие применять не следует (рис. 4).

Рис. 5. Вид заклепочного соединения без подогрева (а) и с подогревом до 1150°С (б)

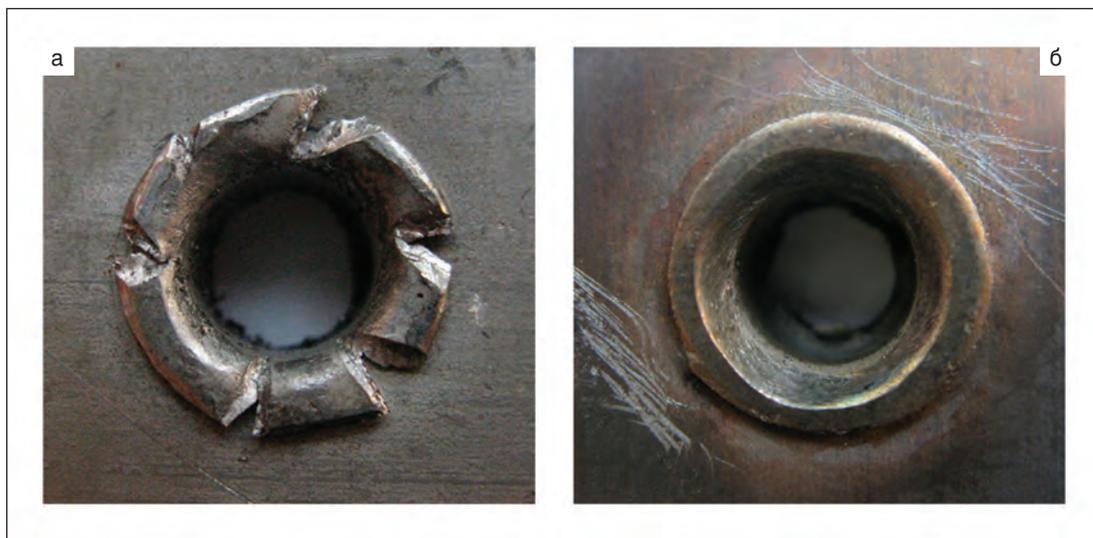
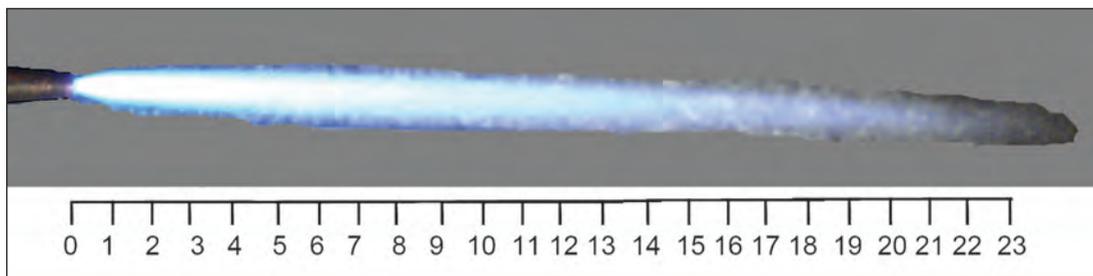


Рис. 6. Вид подогревающего факела



В процессе расклепки шипов из стали 30X13 без подогрева вследствие недостаточной вязкости материала и наклепа при повторных ударах в них появляются трещины (рис. 5, а). Наличие трещин в заклепках — недопустимый дефект, так как они будут служить причиной аварии при эксплуатации из-за обрыва банджа. Известно, что наклеп в местах расклепки банджа является очагом местных напряжений, способствующих разрушению лопаток. Чаще всего именно в зонах концентрации напряжения при определенных условиях начинается и развивается разрушение рабочих лопаток, дисков и других деталей турбины. Повышенная прочность материала шипов требовала больших усилий для расклепки, что приводило к появлению наклепа и вызванного им коррозионного изнашивания на торцах лопаток.

Для ослабления наклепа, предупреждения повышения жесткости и хрупкости заклепки, а также уменьшения внутренних напряжений было предложено применить предварительный подогрев заклепки. Для мартенситных сталей рекомендуемая температура начала расклепки 1150°С, а температура конца — 850°С. Если горячая обработка заканчивается при чрезвычайно низкой температуре, то необходим повторный нагрев, который позволит устранить воз-

можный наклеп и избежать больших напряжений. Стали мартенситного класса обладают температурным интервалом хрупкости 450–500°С, поэтому их следует хорошо прогреть в начале процесса и в процессе клепки. Нагрев обычными горелками шипа (заклепки) привел бы к неизбежному местному нагреву поверхности банджа и лопатки и вызвал бы появление в них остаточных напряжений, которые отрицательно влияют на ресурс работы. Поэтому в качестве источника нагрева была предложена горелка со специально разработанным наконечником, имеющая окислительное пламя и обеспечивающая локальный нагрев (рис. 6). Температура нагрева заклепки до пластичного состояния, при которой в ней не появляются трещины и не происходит перегрев банджа и лопатки, составляла 1150°С (рис. 5, б).

Таким образом, применение предварительного локального подогрева шипов горелкой с концентрированным нагревом за счет особой конструкции наконечника позволило устранить образование трещин на поверхности заклепок, предупредить появление остаточных напряжений в бандажной ленте или снизить их, а также уменьшить степень наклепа торцевой поверхности лопатки, т. е. повысить надежность и экономичность эксплуатации турбины.

● #639



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

Официальный дистрибьютор
Опытного завода сварочных материалов
Института электросварки им. Е.О. Патона

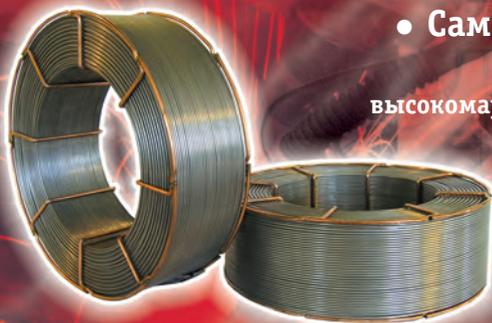
- Покрытые электроды марки АНО-36, АНО-21, АНО-21У, АНО-6У, АНО-4, АНО-4И, МР-3

для сварки переменным током низкоуглеродистых сталей с временным сопротивлением разрыву до 450 МПа.

- Покрытые электроды марки УОНИ-13/45, УОНИ-13/55

с улучшенными характеристиками для сварки постоянным и переменным током (от трансформаторов типа СТШ-СГД) низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 490 МПа и стержней арматуры сборных железобетонных конструкций из стали классов А-II, А-III.

- Покрытые электроды марки АНВМ-1 для сварки и наплавки постоянным током высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 30Г18Х4: ремонт переводов стрелочных, крестовин, ножей и зубьев ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит; экономнолегированный, устойчивый к ударному износу наплавленный металл типа 30Г20Т; эффективная, экономически оправданная замена электродов марок ННИ-49Г, ОЗЛ-6 ЦНИИ-4, ЭА-981/15.



- Самозащитная порошковая проволока ПП-АНВМ-1

и ПП-АНВМ-2 для механизированной сварки и наплавки

высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, ОХ14АГ12М и 30Г18Х4: ремонт переводов стрелочных, крестовин, ножей и зубьев ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит; «залечивание» дефектов литья, наплавка деталей и узлов из углеродистой стали; экономнолегированный, устойчивый к ударному износу наплавленный металл типа 30Г20Т и 15Х10Г20Т.

Сварочные электроды ОЗСМ ИЭС им. Е. О. Патона — это стабильное качество и высокая производительность сварки.

Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62 E-mail: sales@et.ua

т./ф. +380 44 287-2716, 200-8050, 289-2181,
200-8056 (многоканальный)

WWW.ET.UA

Обзор моделей сварочного оборудования EWM. Тенденции 2012 года

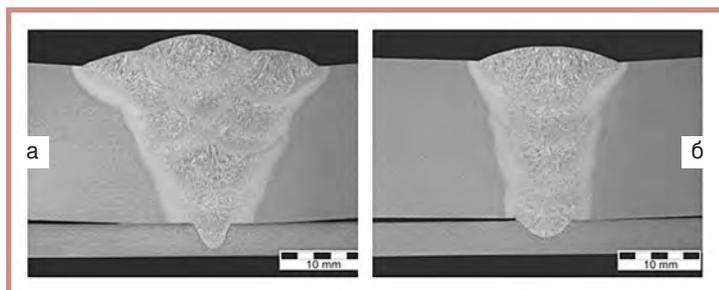
А. Ермолин, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Представляем Вашему вниманию обзор самых популярных в 2012 г. сварочных аппаратов фирмы EWM, успешно работающих в машиностроительном комплексе, автомобилестроении, судостроении, химической, пищевой и нефтеперерабатывающей промышленности.



Аппарат Taurus 551 Synergic с плавной регулировкой для MIG/MAG сварки. Taurus 551 Synergic — высокодинамичный инверторный аппарат с поддержкой нескольких способов сварки высочайшего качества и синергетическим устройством управления. Высокая мощность, надежность конструкции и простота в управлении сделали аппараты серии Taurus самыми востребованными для MIG/MAG сварки на предприятиях тяжелого машиностроения и заводах металлоконструкций. В арсенале Taurus 551 Synergic несколько запатентованных решений для механизированной сварки, позволяющих значительно повысить экономическую эффективность производства:

Стандартная струйная дуга. Угол раскрытия кромок 60°, сварка за 8 проходов (а); EWM-forceArc®. Угол раскрытия кромок 30°, сварка за 5 проходов (б)



- **forceArc®** — высокопроизводительный процесс сварки форсированной дугой с глубоким проплавлением. Позволяет выполнять сварку без подготовки кромок или с меньшим углом раскрытия, обеспечивая гарантированное проплавление. За счет сфокусированной дуги узкой направленности уменьшается риск образования подрезов. Метод forceArc® дает возможность производить сварку в узкую разделку при вылете электрода до 40 мм, сохраняя стабильность процесса.
- **rootArc®** — хорошо моделируемая короткая дуга для максимального упрощения перекрытия зазора и сварки в стесненных условиях. Использование процесса rootArc® облегчает работу с неидеально собранными конструкциями, имеющими «плавающие» зазоры. Кроме того, при сварке методом rootArc® обратный валик шва формируется качественно без выполнения обязательных «подварочных» швов. Как результат — экономия времени, материалов, электроэнергии.

Аппарат Phoenix 451 Puls для импульсной MIG/MAG сварки. Phoenix 451 Puls — импульсный инверторный источник тока, оптимален для широкого круга задач: сварка низкоуглеродистых, низко- и высоколегированных сталей, алюминиевых сплавов, меди и сплавов на ее основе в различных отраслях промышленности. Философия EWM — «Один импульс — одна капля» — выводит сварку нержавеющей сталей и алюминиевых сплавов на новый уровень производительности и качества.

Полностью цифровая технология импульсной сварки позволяет получать сварные швы высокого качества по их плотности, проплавлению и внешнему виду при сварке алюминия и его сплавов.



Импульсная сварка AlMg5



Сварка неповоротного стыка трубопровода с помощью функции pipeSolution®

Наиболее распространенные области применения:

- железнодорожное машиностроение с использованием алюминия (высокоскоростные поезда, вагоны метро и т. п.);
- судостроение (быстроходные паромы, танкеры);
- автомобилестроение;
- изготовление цистерн и резервуаров (транспортировка и хранение);
- изготовление высококачественных сборно-сварных конструкций (вакуумные камеры, лабораторные поддоны и другое).

Импульсный режим незаменим для управления процессом тепловложения и кристаллизации сварочной ванны. Применение импульсного режима упрощает работу сварщика при сварке деталей малых толщин, снижает требования к квалификации сварщика. В комбинации с функцией *superPuls* импульсный режим облегчает сварку в вертикальных и потолочных положениях. Различные варианты исполнения импульсных сварочных аппаратов серии Phoenix (декомпактный, компактный, монтажный, роботизированный) делают его незаменимым там, где предъявляются особые требования к качеству сварных соединений и их внешнему виду.

Многофункциональный аппарат Alpha Q 551 для MIG/MAG сварки. Alpha Q — флагман линейки аппаратов для MIG/MAG сварки. Источник питания безупречно выполняет любые задачи: сварку тонколистового металла (от 0,3 мм) и металла большой толщины с гарантированным проплавлением, а также труб с разными вариантами разделки кромок. Он идеально подходит для сварки кольцевых швов, а также неповоротных стыков трубопровода. Аппарат Alpha Q оснащен дополнительным инверторным силовым блоком с отлаженной микропроцессорной системой для быстрого регулирования параметров на сварочной дуге, который

не имеет аналогов на мировом рынке. Это позволило разработать методы сварки с уменьшенным внесением тепла: *coldArc*® и *pipeSolution*®. Технология *pipeSolution*® — это быстрая, абсолютно надежная и качественная заварка корня шва с зазором или без него во всех пространственных положениях. Характеристики дуги обеспечивают надежность процесса и отличаются чрезвычайной стабильностью. Инновация является единственной экономически выгодной альтернативой TIG сварке — качество TIG сварки со скоростью MAG сварки. Процесс *coldArc*® — это короткая дуга с минимальным тепловложением для сварки и пайки тонких листов, а также проплавление корня шва с хорошим перекрытием зазора. Цифровой контроль переноса металла обеспечивает оптимальную вязкость расплава сварочной ванны для перекрытия зазоров до 15 мм.

Таким образом, необходимость использования подкладки полностью отпадает. Сочетание в одном источнике высокой мощности сварки (до 550 А) и всех распространенных методов дуговой сварки: стандартной, импульсной MIG/MAG сварки, TIG сварки (Liftarc), ручной сварки стержневыми электродами, сварки *superPuls*, строжки, а также отлично зарекомендовавшего себя процесса сварки *forceArc*®, делают аппарат Alpha Q самым технологичным и универсальным для MIG/MAG сварки.

Более подробно о сварочном оборудовании EWM Вы можете узнать у специалистов компании «ДельтаСвар» — официального дистрибьютора сварочной техники EWM в России.

● #640

Публикуется на правах рекламы.



ООО «ДельтаСвар»

620017, г. Екатеринбург, ул. Фронтových бригад, 18/2, офис 315
 тел.: +7 (343) 384-71-72, +7 (343) 389-09-51
 E-mail: info@deltasvar.ru. www.DeltaSVAR.ru

Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением

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

С физической точки зрения сварку определяют как процесс получения монолитного соединения материалов за счет введения и термодинамически необратимого преобразования энергии и вещества в месте обработки. Отмечают, что сварку и родственные технологические процессы можно осуществлять, подавая в рабочую зону тепловую и (или) механическую энергию по выбранной программе или используя при необходимости сочетание энергии различных видов.

Что касается вещества, то в общем случае оно представляет собой совокупность дискретных образований, обладающих массой покоя (атомы, молекулы и то, что из них построено). При сварке плавлением к веществу могут быть отнесены материал электрода, присадочный материал, свариваемый материал, защитная среда и др.

Решение вопросов свариваемости конкретного материала, обеспечение требуемого качества швов и соединений сварных конструкций, при достаточной производительности, является главной задачей технологии сварки. При различных технологиях сварки плавлением эту задачу решают за счет выбора типа, мощности и распределенности (концентрации мощности) источников нагрева, комбинирования электродного и присадочного материалов в части формы

и химического состава, вида и состава защиты зоны сварки, а также других способов и приемов.

Наиболее существенное различие сварочных источников нагрева определяется не физической природой носителей энергии (дуга, электронный луч, лазерный луч, газовое пламя и др.), а максимальной концентрацией мощности, увеличение или уменьшение которой приводит к качественно новым их свойствам. Решающее значение имеют также характеристики защитной и окружающей сред, в которых источники действуют.

Комбинирование электродного и присадочного материалов в части формы и химического состава лежит в основе разработки большинства технологий сварки плавлением. Важнейшую роль играют состав и вид защиты зоны сварки, которые можно варьировать в зависимости от решаемых задач.

Очевидно, что, изменяя вид и количество вводимой энергии и вещества, технологии сварки можно совершенствовать и развивать в широких пределах, поскольку не существует принципиальных препятствий для комбинирования и программирования подачи энергии и вещества в рабочую зону.

Практическое осуществление такого подхода при разработке конкретных технологий, решающих определенные задачи, требует большого объема информации. Прежде всего, необходимо знать, какой вид энергии и вещества, в каком количестве, по какой программе и в каком месте ввести, чтобы получить при этом необходимый технологический эффект и изделие с требуемыми характеристиками. В технологических системах информационную составляющую реализуют, как правило, с помощью подсистемы управления. Следовательно, технология сварки, как и многие другие технологии обработки материалов, оперируют с энергией, веществом и информацией. посредством воздействия и взаимодействия потоков энергии, вещества и информации происходит преобразование предмета обработки (рис. 1). При этом поток энергии вза-

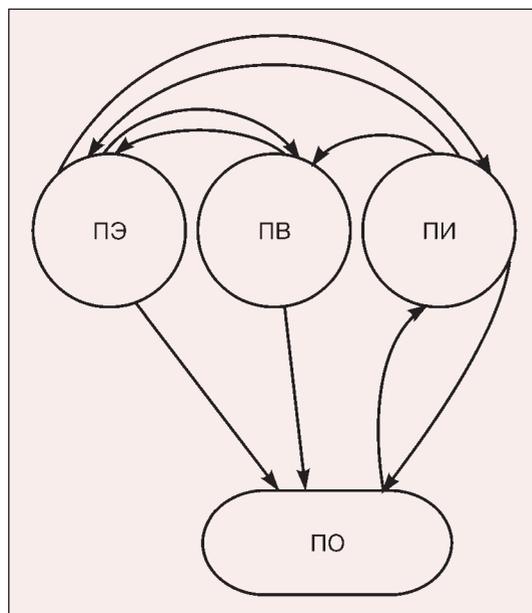


Рис. 1. Принципиальная схема реализации технологии сварки (обработки): ПЭ — поток энергии; ПВ — поток вещества; ПИ — поток информации; ПО — предмет обработки

имодействует с потоком вещества и предметом обработки, а непрерывный информационный обмен осуществляется между всеми участниками процесса.

В сварочном производстве получили распространение комбинированные технологические процессы, в которых одновременно используют два и более одно- или разнородных источников энергии, типов и составов защитных сред, электродных и присадочных материалов.

В случае применения разнородных источников энергии, воздействующих на одну зону обработки (например, сварочную ванну), вследствие чего совместный результат превосходит сумму результатов действия каждого из составляющих энергетических источников, процесс называют гибридным. В последние годы возрос интерес к гибридным процессам сварки, в которых используют комбинированную энергию лазерного луча, плазмы, электрической дуги.

Целью настоящей работы является анализ существующих и определение новых возможных направлений совершенствования технологии сварки плавлением на основе комбинирования энергии и защитной среды, подаваемых в рабочую зону.

Комбинирование источников энергии и защитных сред. При сварке плавлением основными источниками энергии являются газовое пламя, электрическая дуга, низкотемпературная плазма, электронный луч и луч лазера.

Несмотря на существующие различия физической природы носителей энергии в источниках сварочного нагрева и процессов ее преобразования в теплоту, в них обнаруживаются общие закономерности и характеристики, позволяющие классифицировать их по единым признакам.

Обычно для сравнительного описания источников сварочного нагрева различной физической природы достаточно воспользоваться такими общими характеристиками, как мощность P и максимальная концентрация мощности ϵ_0 . Предельные характеристики вышеупомянутых источников сварочного нагрева, а также эффективные КПД нагрева различных источников, представляющие отношение мощности, передаваемой свариваемому изделию в виде теплоты, к общей мощности, отбираемой от источника энергии, приведены в *табл. 1*.

Области, занимаемые различными источниками нагрева в координатах мощность — концентрация мощности, показаны на *рис. 2*.

Таблица 1. Основная характеристика источников сварочного нагрева

Источник нагрева	Мощность P , Вт (макс./мин)	Концентрация мощности ϵ_0 , Вт/см ² (макс./мин)	Эффективный КПД нагрева
Газовое пламя (ГП)	$10^4/10^2$	$6 \cdot 10^2/2 \cdot 10^2$	0,55
Электрическая сварочная дуга (ЭД)	$2 \cdot 10^5/5 \cdot 10^1$	$4 \cdot 10^4/5 \cdot 10^2$	0,75
Низкотемпературная плазма (НП)	$10^5/10^1$	$10^5/5 \cdot 10^2$	0,80
Электронный луч (ЭЛ)	$10^5/10^1$	$10^7/5 \cdot 10^2$	0,85
Лазерный луч (ЛЛ)	$2,5 \cdot 10^4/10^1$	$10^{10}/10^2$	0,05–0,10

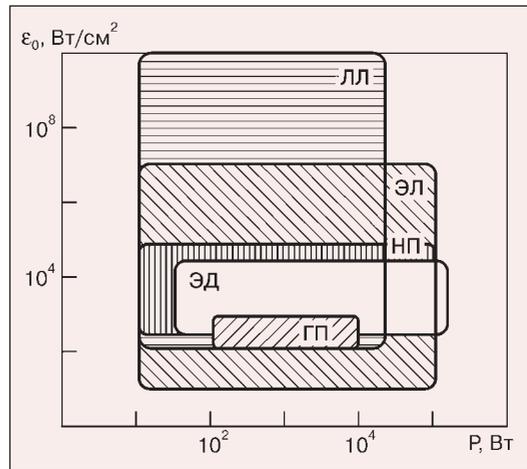


Рис. 2. Предельные характеристики различных источников сварочного нагрева

Практически каждый из приведенных выше источников термической энергии благодаря своим достоинствам достаточно широко используется в промышленности и имеет свою технологическую нишу.

Различные источники нагрева, обеспечивающие концентрацию мощности до 10^4 Вт/см² и используемые для сварки стали, титана, алюминия со скоростью 10–100 м/ч, передают эту мощность в глубь металла путем теплопроводности при температурах поверхности в пятнах нагрева металлов, близкой к температуре их кипения. Испарение свариваемых металлов при этом незначительно. Источники с такой концентрацией мощности ($\epsilon_0 \leq 10^4$ Вт/см²) могут быть названы чисто термическими. Существуют в них также потоки плазмы или газа, направленные к свариваемому изделию и оказывающие на сварочную ванну динамических напор. Однако это внешнее силовое воздействие на ванну при традиционных способах сварки невелико, и оно мало влияет на основные характеристики дуги и пламени как на источники нагрева. Теплота от них передается в глубь металла от поверхности нагрева примерно одинаково по всем направлениям, и изотерма плавления имеет

форму, близкую к полусфере. При концентрации мощности $\epsilon_0 \geq 10^4$ Вт/см² начинают проявляться качественные изменения в свойствах источников. Эта мощность уже не может быть отведена путем теплопроводности, и тепловое равновесие поверхности нагрева наступает при испарении части металла. Пары, истекая из пятна нагрева с высокой скоростью, оказывают на него давление отдачи, направленное в сторону, противоположную направлению струи пара. Это давление, действуя на металл, образует в нем канал и открывает доступ к стенкам канала носителей энергии в источнике нагрева (электронов, ионов, фотонов). При определенной глубине канала наступает его тепловое и механическое равновесие. Чем выше концентрация мощности в источнике нагрева, тем при большей площади боковой поверхности канала по сравнению с его входным отверстием (нормальным пятном нагрева) наступает такое равновесие, тем глубже образующийся канал. Следовательно, источники нагрева с концентрацией мощности $\epsilon_0 > 10^5$ Вт/см² оказывают на свариваемые металлы не только тепловое, но и существенное механическое воздействие.

Значительное механическое воздействие на жидкий металл ванны оказывают и потоки электродуговых плазменных струй, генерируемых плазмотронами, концентрация мощности в которых сравнительно невелика ($\epsilon_0 \leq 10^5$ Вт/см²). Но в отличие от действия реакции отдачи, возникающей в пятнах нагрева высококонцентрированными источниками, эти струи создают сильный динамический напор на ванну и зачастую выносят жидкий металл, образуя рез вместо шва. Лишь регулирование этого напора специальными приемами обеспечивает его использование в целях повышения глубины проплавления. Таким образом удастся увеличить глубину шва по сравнению с его шириной в 2–3 раза.

Таблица 2. Комбинирование источников термической энергии при сварке

Источник термической энергии и вид механического нагружения	ГП	ЭД	НП	ЭЛ	ЛЛ
Газовое пламя (ГП)	+	+	+		
Электрическая сварочная дуга (ЭД)	+	+	+		+
Низкотемпературная плазма (НП)		+	+		+
Электронный луч (ЭЛ)		+		+	+
Лазерный луч (ЛЛ)		+	+	+	+
<i>Примечание. Знак «+» обозначает, что процесс применяется или возможен.</i>					

В реальных технологиях сварки тепловое воздействие на металл изменяется в широких пределах как в части мощности и распределенности источников по отношению к свариваемым заготовкам, так и в отношении их перемещения или времени действия. При этом существенно изменяется характер распределения температуры в свариваемых изделиях, скорость их нагрева и охлаждения, течение термомеханических процессов. Изменение теплового воздействия во времени оказывает влияние на размер кристаллитов металла шва и зернистость зоны термического влияния, характер тонкой структуры металла шва, характер изменения фазового состава металла, образование пор, неметаллических включений, различного рода трещин и других дефектов.

При сварке желательнее нагревать и расплавлять лишь минимальное количество металла, необходимое для образования соединений. Избыточное количество нагретого и расплавленного металла не только вызывает излишний расход энергии и дополнительные затраты времени, но и расширяет зону структурных превращений в металле, увеличивает степень деформаций изделия при сварке и приводит к другим нежелательным последствиям.

Чем более концентрированный источник, тем меньше зона нагрева и расплавления. Однако применение концентрированных источников сварочного нагрева обуславливает необходимость повышения точности изготовления заготовок с целью уменьшения зазоров и других отклонений в стыках. Естественно, это может увеличивать затраты на изготовление изделий. Кроме того, высококонцентрированные источники нагрева (лазерный, электронно-лучевой) реализуют посредством технологических систем, которые являются более дорогими по сравнению с системами, созданными на базе менее концентрированных источников нагрева, например электрической дуги. Поэтому с целью снижения требований к заготовкам, улучшения формирования швов, уменьшения скорости охлаждения шва и зоны термического влияния используют различные технологические приемы.

К таким приемам относят подачу дополнительной присадки, использование различных форм колебаний источника нагрева, импульсно-периодическое действие источника нагрева и использование нескольких источников.

Направление, предусматривающее использование нескольких источников нагрева, развивается особо интенсивно (см., например, Г.И. Лащенко. *Современные технологии сварочного производства*. — К.: Эко-технологія, 2012. — 720 с.).

В табл. 2 приведены существующие и возможные сочетания способов сварки плавлением на основе двойных комбинаций источников энергии применительно к соединению металлических материалов. Естественно, что количество возможных способов сварки может быть расширено за счет тройных комбинаций источников термической энергии. Внутри конкретного способа сварки плавлением можно применять различные способы защиты металла от воздуха (табл. 3).

В случае применения нескольких источников нагрева для каждого из них могут быть использованы как одинаковые, так и различные по составу и конструкторскому исполнению способы защиты. ● #641

Продолжение в следующем номере журнала.

Таблица 3. Виды защиты расплавленного металла от воздуха при различных способах сварки плавлением

Способ защиты	Способ сварки				
	Газо- вая	Дуго- вая	Плаз- менная	Лазер- ная	Электронно- лучевая
Газами:					
инертными	—	+	+	+	+
активными	+	+	+	+	—
смесями	+	+	+	+	—
парами	—	+	—	—	—
сплошная струя	+	+	+	+	+
кольцевая струя	—	+	—	+	—
двухслойные струи	—	+	+	—	—
импульсная струя	—	+	+	+	—
в камерах	—	+	+	+	—
Газами и шлаками	+	+	+	+	+
Шлаками (под флюсом)	—	+	—	—	—
Созданием вакуума	—	+	+	+	+
<i>Примечание. Знак «+» обозначает возможность применения способа защиты; «—» — способ защиты не используется.</i>					

Литейный завод «Петрозаводскмаш» изготовил 90-тонную отливку



«Литейный завод «Петрозаводскмаш» (входит в машиностроительный дивизион Росатома — Атомэнергомах) успешно выполнил заливку корпуса транспортно-упаковочного комплекта (ТУК), предназначенного для хранения и перевозки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) реакторов типа ВВЭР-1000/1200.

Транспортно-упаковочный комплект — сложное техническое сооружение, которое должно соответствовать требованиям безопасности МАГАТЭ. Основа контейнера — корпус, отлитый из высокопрочного чугуна с шаровидной формой графита.

Литейный завод «Петрозаводскмаш» обладает техническими и технологическими возможностями по производству отливок из чугуна этой марки. В 2001 г. по результатам аттестационных испытаний полномасштабной 40-тонной модели корпуса контейнера для ОЯТ на «Петрозаводскмаше» с участием ЦНИИТМАШ были разработаны и утверждены технические условия на высокопрочный чугун с шаровидным графитом.

ТУК-146 — новая разработка. Она отличается от предыдущих не только массой отливки — около 90 т, но и толщиной стенки, во всем объеме которой должна сформироваться структура шаровидного графита — в донной части она достигает 420 мм. Для этого необходимо выдерживать технологию плавки, заливки, режим кристаллизации. Для осуществления заливки корпуса ТУК на Литейном заводе были задействованы четыре 25-тонные плавильные печи чугуноплавильного участка, сама заливка выполнялась сифонным методом с использованием двух ковшей большой вместимости.

Данные работы проводятся в рамках совместного проекта ОАО «Петрозаводскмаш» и ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ) «Создание ресурсосберегающего производства экологически безопасных транспортно-упаковочных комплектов для хранения и перевозки отработавшего ядерного топлива». В 2010 г. данный проект стал одним из победителей конкурса Министерства образования России по отбору организаций на право получения субсидий на реализацию комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства.

www.rusmet.ru

Вспомогательные газы для лазерной резки металлов

М.А. Степанова, ООО «Эр Ликид» (Москва)

Какой вспомогательный газ будет оптимальным для лазерной резки металла? Чтобы сделать выбор, важно учитывать ряд факторов, таких как тип и толщина металла, скорость резки и другие параметры.

С появлением мощных промышленных волоконных лазеров произошел заметный рывок в развитии станкостроения и внедрении лазерных технологий. Расширение возможностей и рост производительности станков сдвинули чашу весов в сторону экономической оправданности лазерной резки для большего числа производств и в мире, и на российском рынке. За последние два года количество станков лазерного раскроя на европейской части РФ превысило девятьсот. Но и сейчас покупка лазерной системы сопряжена со значительными инвестициями финансовых, человеческих и других ресурсов.

Когда начинается поиск лазерного станка, соответствующего производственной задаче, технологи исходят из того, какие материалы они планируют резать и какой производительности хотят добиться в результате. При рассмотрении цены станка в расчет принимается надежность оборудования, репутация производителя, мощность лазера, динамические характеристики станков, быстродействие контроллера, точность, удобство операторского интерфейса и многое другое. Надо заметить, что современное развитие станкостроения в мире уже определило около двух десятков лидеров на этом рынке, которые изготавливают надежные высокопроизводительные станки.

Когда выбор сделан, и предприниматель наконец становится счастливым обладателем 3–5-киловаттного лазерного станка, он ожидает, что станок сразу начнет резать нужные детали с высочайшим качеством и «ураганной» скоростью. Жизнь показывает, что это не всегда так. Зачастую технологи забывают о важном расходном материале, требующемся для резки — о газе. Стандартной уже сложившейся практикой является использование кислорода и азота в качестве вспомогательных газов, а иногда и сжатого воздуха.

Планирование поставок газа. Газ требуемого типа и параметры поставки — в виде жидкости или газа, соответствующие средним объемам потребления, своевременность доставки по оптимальной цене — вот базовый список контрольных вопросов при выборе поставщика. Чаще всего покупатели сравнивают экономические параметры поставок: цену за единицу объема газа, доставку, арендные

платежи за криогенные емкости или баллоны, состав оборудования и т. д. Однако, если при использовании азота его качество не для всех является приоритетным параметром, то при резке кислородом результаты процесса напрямую зависят от качества используемого кислорода.

Качество газа. Когда речь заходит о качестве газа, как правило, говорят о молекулярном содержании основного газа. Для таких газов, как азот, кислород, аргон, как правило, эта составляющая равна 99%, и несколько значащих цифр после десятичной запятой. Чем больше этих цифр, тем выше качество газа. Напомним, что в принятом международном стандарте записи чистоты газа — N X,Y, где X — это общее количество цифр «девять» в проценте чистоты, а Y — последняя значащая цифра после десятичной запятой в процентной записи.

Обозначение	Процент чистоты
N27	99,7
N35	99,5
N48	99,998
N50	99,999

При лазерной резке сталей с применением азота основную роль для достижения максимальной скорости при наилучшем качестве резки играют мощность лазерного излучения, диаметр фокального пятна и качество лазерного луча, а вспомогательный газ (азот) используется для механического выдувания расплавленного металла из зоны резки и для защиты кромок от окисления. Это важно, если последующие операции после резки — сварка или порошковое окрашивание.

Кислород в отличие от азота химически активный газ, он вступает в экзотермические реакции окисления железа, которые добавляют почти 40% энергии в зону резки. В результате образуются оксиды с низкой вязкостью. Таким образом, кислород участвует не только в выдувании расплава, но и в процессе плавления.

Дополнительная энергетика и снижение вязкости расплава способствуют плавлению и вытеканию металла из зоны нагрева лазером, поэтому при резке кислородом надо внимательно относиться к установке давления газа, а также выбору мощности, скорости и уровню фокусировки лазерного излучения. Чаще всего фокус должен находиться на поверхности металла.

Для резки тонколистовых сталей (до 3 мм) могут использоваться как кислород, так и азот. Выбор

газа в этом случае определяется общими требованиями к последующим операциям обработки, производительности, ценой газа и его качеством. Для резки толстых сталей (от 8 мм и выше) рекомендуется использовать кислород с качеством не ниже N35 с давлением менее 10^5 Па (1 атм), чтобы минимизировать ширину реза. Кислород качества ниже указанного не позволяет получить кромку без грата. В российских промышленных компаниях для лазерной резки, как правило, используют кислород технического 1-го, 2-го сорта (ГОСТ 5583-78), с чистотой 99,5 и 99,7%; кислород ОЧ (ТУ 6-21-10-83) с чистотой 99,999% и кислород лазерный (ТУ 6-21-10-83), с чистотой 99,95%.

Влияние чистоты кислорода на скорость резки.

Компания AirLiquide провела во Франции исследование влияния чистоты кислорода на скорость и качество резки сталей различных марок. Результаты показали, что чистота кислорода значительно влияет на скорость резки металлов толщиной выше 4 мм и на предельно возможную толщину разрезаемого металла. Чем чище кислород, тем более высокой скорости резки можно достичь при отсутствии грата и оптимальной шероховатости кромки, т. е. при той же мощности лазера и условиях фокусировки можно резать более толстый металл. Надо заметить, что резка тонких металлов кислородом 99,5% по скорости и качеству близка к резке сжатым воздухом, для резки же толстых сталей толщиной более 10 мм такой кислород непригоден. Чем больше толщина металла, тем выше должна быть чистота кислорода.

Экономический эффект от применения чистого кислорода. Приведенные ниже данные были предоставлены исследовательским европейским центром CTAS компании AirLiquide. В работе исследовали влияние чистоты кислорода на максимально достижимую скорость резки. Использовали пять вариантов чистоты кислорода:

N25	99,5%
N27	99,7%
N30	99,9%
N35	99,95%
N50	99,999%

Применяли лазерные станки фирмы Trumpf (CO₂-лазер, 4 кВт) и CTAS. Допускалось изменение фокусировки на ± 1 мм. Толщина материала — 6, 10 и 15 мм. Для газа заданной чистоты и при фиксированных параметрах фокусировки и мощности лазера скорость увеличивали до такой, когда на нижней стороне реза появлялся грат. После этого меняли фокусировку лазера.

Примеси в режущем кислороде, в частности, аргон, влияет на энергетику реакции окисления и, как следствие, на скорость резки. При росте чистоты кислорода с 99,7% до 99,95%, скорость резки растет более чем на 10% (рис. 1). Результатом этих экспериментов стал разработанный специально для ла-

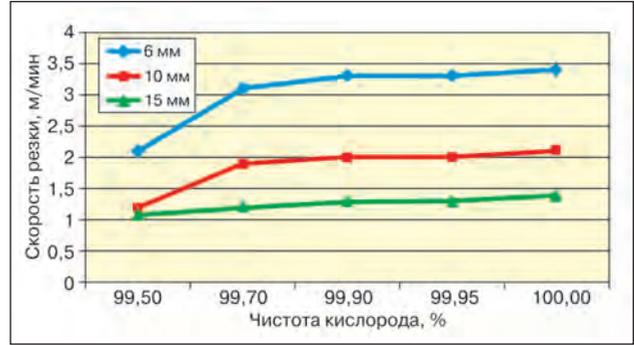


Рис. 1. Скорость резки низколегированной стали в зависимости от чистоты кислорода. Мощность лазера 3,6 кВт

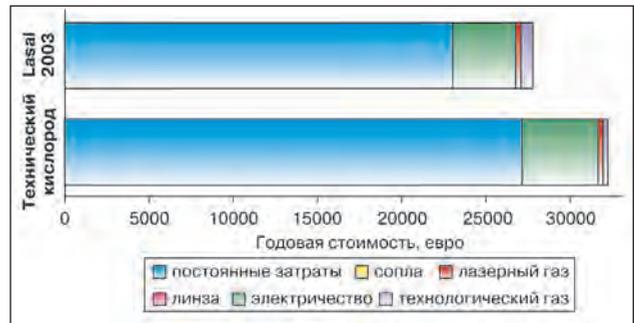


Рис. 2. Диаграмма структуры годовых затрат на производство одной детали

зерной резки продукт — кислород с чистотой 99,95%, называемый LASAL 2003.

Рассмотрим пример европейской компании, которая использует лазерную резку в производстве деталей (55 деталей в час, 22 000 — в год).

Время резки одной детали кислородом стандартной чистоты 99,7% составило 60 с, при резке с использованием LASAL 2003 — 51 с. На диаграмме (рис. 2) приведена структура годовых затрат на производство одной детали при использовании кислорода стандартной промышленной чистоты и LASAL 2003. При пересчете за год рост скорости резки сократил затраты **на одну деталь на 14%**.

Из диаграммы видно, что при резке техническим кислородом увеличиваются расход газа, платежи за газ, расход электроэнергии.

Общие рекомендации. В табл. 1 приведены наиболее типичные случаи использования для резки кислорода и азота. Красным отмечены приоритетные варианты. Аргон используют в тех редких случаях, когда недопустимы даже следы оксидов.

Общие рекомендации по выбору параметров резки приведены в табл. 2.

Приведенные параметры будут отличаться для различных производителей лазерных станков, но могут быть использованы как «отправная точка» при подборе режима резки в конкретных условиях.

При выборе режима надо помнить, что скорость резки зависит от интенсивности лазерного излучения в фокусе линзы, т. е. от мощности лазера и пло-

Таблица 1

Материал	N ₂	O ₂	Ar
Конструкционная сталь	(х)	х	
Низколегированные стали	(х)	х	
Нержавеющие стали	х	(х)	
Высоколегированные стали	х	(х)	
Алюминий и сплавы	х	(х)	(х)
Титан			х
Цирконий			х

щадя пятна. Поэтому при изменении фокусного расстояния линзы следует не только менять положение фокуса, но и проверять, изменилась ли скорость резки, при которой качество кромки не меняется. Кроме того, поскольку толстые материалы режутся кислородом пониженного давления (менее 10⁵ Па), процесс чувствителен как к чистоте газа, так и к стабильности давления.

На какие факторы стоит обратить внимание при выборе режущего газа. Для того чтобы правильно выбрать режущий газ, следует учитывать следующие факторы:

- какой должна быть общая производительность процесса (линии);
- будут ли необходимы последующие операции обработки кромки;
- какова себестоимость единицы длины реза либо производимых деталей.

Производительность. Как уже было отмечено, скорость резки тонких материалов при использовании кислорода несколько ниже, чем при резке азотом. В то же время при резке азотом дополнительного энерговыделения в зоне резки нет, и можно работать с более высокой мощностью лазера. Скорость резки азотом непосредственно связана с мощностью лазера — чем выше мощность, тем выше скорость резки. При резке тонких материалов (менее 4 мм) азотом скорость процесса может быть в 3 раза выше, чем при резке кислородом. Использование азота для резки толстых металлов ограничено лишь доступной мощностью лазерного излучения, но скорость резки материалов толщиной более 4 мм кислородом уже значительно выше, чем скорость резки азотом. К тому же расход азота может почти на порядок превысить расход кислорода.

Последующая обработка кромок. Использование азота при резке низколегированных сталей обеспечивает высокое качество кромки без оксидов, пригодное к последующей сварке и порошковой окраске. При резке азотом высоколегированных (нержавеющих) сталей чистота газа влияет на цвет кромки — чем ниже качество газа, тем темнее цвет кромки в результате образования окислов.

Азотирование кромок. При резке азотом надо учитывать и тот факт, что в процессе резки происходит азотирование кромок. В том случае, если об-

Таблица 2

Толщина материала, мм	Мощность лазера, Вт*	Фокусное расстояние, дюймы	Диаметр сопла, мм	Давление кислорода, 10 ⁵ Па**	Скорость резки, м/мин
2	1000	2,5	0,6–1,2	2,5–5,0	7
8	1500	5	1,0–1,5	0,5–1,0	5
20	2600	7,5	2,0–2,5	0,4–0,6	0,7

* Более мощный лазер будет резать с более высокой скоростью.
** Указано давление кислорода в режущей головке.

разование нитридов нежелательно, то в качестве вспомогательного газа используют аргон.

Себестоимость. Первое, что покупатели будут рассматривать — это суммарное потребление газа. При резке азотом толстых материалов его потребление может быть на порядок выше потребления кислорода.

Факторы, которые необходимо учитывать при планировании доставки газов:

- тип и толщина материала для резки (диэлектрики, металлы, тип металла);
- наличие и количество пиков потребления газа, потребление в моменты пиковых нагрузок;
- средний расход газа в месяц;
- рабочее давление, запланированное в точке использования газа (в режущей головке);
- диаметр сопла;
- падение давления в период пиковой нагрузки между источником газа (криогенная емкость или газоразрядная рампа) и точкой использования;
- ожидаемое неснижаемое количество жидкости в криогенной емкости, необходимое для обеспечения безопасной и бесперебойной работы;
- частота доставки газа;
- ожидаемый рост производства и потребность в газе.

Итак, если вы планируете резку тонких сталей, вам важны скорость и качество и не ограничивает более высокая себестоимость в связи с расходом газа — нужно выбирать азот. По мере роста толщины материала к критериям выбора газа добавятся требования к дополнительным операциям по удалению оксидов, возросшая стоимость азота в связи с большим расходом и себестоимость дополнительных операций. В любых других случаях можно использовать кислород. При этом следует помнить, что чистота кислорода существенно влияет как на скорость, так и на качество резки, а также учитывать максимальную толщину материала, который можно разрезать имеющимся лазером. ● #642



ООО «ЭР ЛИКИД»

109147, г. Москва, ул. Воронцовская, 17
 тел.: +7 (495) 641 28 98, факс: +7 (495) 641 28 91
 e-mail: Maria.Stepanova@airliquide.com
 www.airliquide.ru

Публикуется на правах рекламы.

НАВКО-ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА

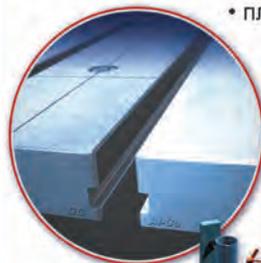


Украина, Киев
Тел.: +38 044 456-40-20
Факс: +38 044 456-83-53

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

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

Гибкая 3D система сварочных столов



- плавное перемещение креплений по T-образным пазам

- поверхность столов из серого чугуна устойчива к сварочным брызгам

- поверхность столов из Al/Si сплава для сварки нержавеющей стали

- поверхность столов может комбинироваться с подъемной, поворотной и наклонной функциями

- поверхность столов может видоизменяться



FÖRSTER
WELDING SYSTEMS

Устройства для профессионалов
www.сварочные-столы.рф

OrbiMAG – ПРОСТАЯ СВАРКА ТРУБ



- Квалифицированные сварщики больше не требуются!
- Механизированная сварка труб самым производительным методом MAG
- Сварка корневых швов с зазором без подкладок по инновационной технологии pipeSolution® от немецкой компании EWM
- Сварка заполняющих и лицевых слоёв порошковой проволокой
- Высочайшее качество и стабильность результатов
- Plug & Weld. Подключай и Вари



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

ЧАО «АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

VISTEC ВИСТЕК



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



КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



Г. И. Лашченко. Современные технологии сварочного производства.
2012. — 720 с.

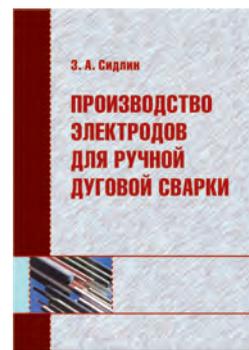
Изложены направления развития и совершенствования технического уровня сварочного производства и качества изготовления сварных конструкций. Дана характеристика современных конструкционных материалов, описаны пути повышения точности изготовления сварных конструкций, уровня механизации и автоматизации сварочного производства. Освещены принципы управления качеством сварных конструкций. Приведены современные электродуговые, плазменные, лазерные и фрикционные технологии сварки, наплавки, напыления и резки сталей, алюминиевых сплавов, титановых сплавов и пластмасс.

Рассчитана на инженерно-технических работников в области сварочного производства. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических университетов.

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

Детально описаны все стадии технологического процесса производства металлических покрытых электродов для ручной дуговой сварки, применяемые материалы и оборудование. Даны теоретические основы процессов, протекающих как при изготовлении, так и при применении электродов. Особое внимание уделено вопросам обеспечения качества продукции.

Для инженерно-технического персонала, мастеров и рабочих электродных производств, может быть использована для индивидуальной подготовки и повышения квалификации.



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

Рассмотрены основные способы плазменной наплавки. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом. Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, технологические особенности плазменной наплавки и методика выбора режимов плазменно-порошковой наплавки, рассмотрены примеры наплавки ряда характерных деталей. Представлены также сведения об оборудовании для плазменной наплавки, рассмотрены конструкции основных узлов установок, даны их характеристики.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся восстановлением и упрочнением деталей машин и механизмов. Может быть полезна студентам вузов.

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

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

Рассчитана на инженерно-технических работников, занятых в области сварочного производства. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических университетов.



С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 360 с.

Рассмотрены физико-металлургические процессы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Даны характеристики и классификация электродов, представлена номенклатура промышленных марок, источники питания и другое оборудование. Изложены рекомендуемые технологии сварки сталей, чугуна и цветных металлов и их особенности. Рассмотрены дефекты сварных соединений и причины их образования, а также вопросы ремонтной сварки.

Рассчитана на инженерно-технических работников сварочного производства. Может быть полезна учащимся технических учебных заведений и для повышения квалификации.

Заказы направлять по адресу: 380036 РФ, г. Белгород, б-р Юности, 2, к. 317.
Тел./ф. (4722) 53-73-27; тел. (4722) 53-73-23; моб. тел. 8 (910) 736-26-79
E-mail: mozgovojvf@rambler.ru. МОЗГОВОЙ Виктор Федорович



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)

Способ **роликовой сварки трением** (рис. 8) разработан фирмой Gook Technologies (Великобритания). При выполнении сварки этим способом к сжатым заготовкам из листового материала подводят ролик, вращающийся с угловой скоростью 1600 рад/с. Скорость его перемещения относительно свариваемых заготовок составляет 0,1–2,0 мм/с. Удельное усилие на ролик 0,2–0,5 МПа. Вращающийся ролик за счет трения инициирует выделение тепловой энергии и генерирует ультразвуковые колебания, способствующие разрушению оксидных пленок. Применение роликовой сварки перспективно для соединения тонколистовых материалов.

Способ **сварки трением с перемешиванием** (СТП, английский эквивалент FSW) был запатентован Британским институтом сварки в 1991 г. Отличительной особенностью способа (рис. 9) является использование специального вращающегося инструмента с утолщенной частью — заплечиком (буртом) и выступающей частью — штырем (стержнем). Вращающийся штырь погружают в свариваемые детали, при этом в результате трения выделяется теплота, а металл переходит в тестообразное состояние. После этого инструмент, перемещаясь, образует непрерывный шов.

Промышленное использование сварки трением. Сварку трением широко применяют в ведущих отраслях производства:

- автомобилестроении при изготовлении деталей рулевого управления, карданных валов легковых и грузовых автомобилей, полуосей, картеров задних мостов автомобилей, клапанов двигателей внутреннего сгорания, цилиндров гидросистем и др.;
- тракторостроении при изготовлении деталей рулевого управления, планетар-

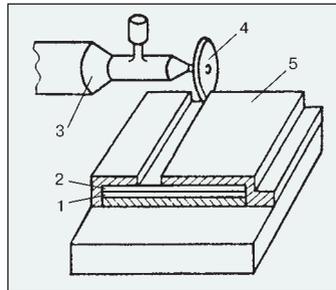


Рис. 8. Схема роликовой СТ: 1, 2 — свариваемые заготовки; 3 — шпиндель; 4 — вращающийся ролик; 5 — прижимы

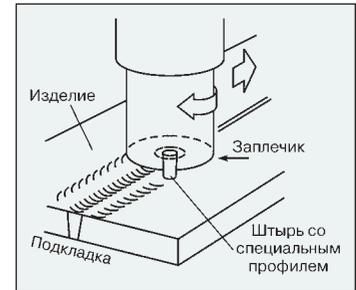


Рис. 9. Схема процесса сварки трением с перемешиванием

ных передач, валов отбора мощности, катков, траков, роторов турбонагнетателей дизельного двигателя и др.;

- электропромышленности при изготовлении деталей высоковольтной аппаратуры, выводов бумагомасляных конденсаторов, штанг электродержателей, алюминиево-медных переходников и др.;
- инструментальном производстве при массовом изготовлении концевых режущего инструмента (фрезы, сверла, метчики).

Применение сварки трением пластмасс обширно: это трубы, сосуды, фитинги, буксы, крышки, картеры и роторы насосов, поршни, детали клапанов, детали стиральных машин, елочные украшения, поплавки, бобины для пряжи, корпуса пиротехнических изделий, шкивы, корпуса электрических батарей, помпы, фильтры, крыльчатки и другие изделия.

Благодаря использованию сварки трением с перемешиванием решают задачи повышения качества сварных конструкций, производительности и улучшения условий труда.

В настоящее время основными областями применения сварки трением с перемешиванием являются:

- судостроение (палубные надстройки, переборки, элементы корпуса);
- аэрокосмическая промышленность (элементы фюзеляжа, крыльев, топливные и баки для криогенных жидкостей, корпуса ракет);
- железнодорожный транспорт и метро (корпуса вагонов, рамы и основания поездов метро);
- автомобильная промышленность (узлы крепления двигателя, диски колес, рамы автомобилей);
- электротехническая промышленность (корпуса электродвигателей, токоподводы, параболические антенны, шины);
- строительная индустрия (алюминиевые мосты и трубопроводы, теплообменники и кондиционеры);
- пищевая промышленность (емкости для пива, упаковка и др.).

• #643

Окончание. Начало в №4, 5–2012.

Подготовка деталей и сборка конструкций для сварки в защитных газах

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

При подготовке к сварочным работам необходимо выполнять условия, обеспечивающие качество сварных конструкций.

- К главным требованиям следует отнести:
- рациональный выбор способа сварки, присадочных и вспомогательных материалов;
 - рациональная и контролируемая подготовка свариваемых заготовок;
 - выполнение сварочных работ сварщиками, прошедшими испытания и имеющими практический опыт;
 - оптимизация сварочных работ за счет правильного выбора режимов сварки, диаметра электрода, полярности и силы тока, количества слоев шва и пространственного положения сварки, соблюдения заданной последовательности выполнения швов благодаря использованию соответствующей оснастки, оборудования и инструментов;
 - применение защитных устройств в неблагоприятных погодных условиях;
 - соблюдение особых предосторожностей при правке и удалении монтажных элементов, если таковые допустимы, а также при выполнении прихваток во избежание образования трещин;
 - рациональная последующая термическая обработка;
 - соблюдение допусков на размеры.

Подготовка деталей и сборка конструкций для сварки также требует соблюдения определенных правил. Кромки свариваемых соединений должны быть подготовлены с помощью механической обработки (строганием, фрезерованием, резкой ножницами) или термической резкой. Запрещается про-

изводить скос кромок для сварки стыковых и тавровых соединений металла толщиной свыше 16 мм воздушно-плазменной резкой. Для уменьшения вероятности образования дефектов подготовку кромок нужно производить с максимально возможной точностью. Точность подготовки деталей к сварке, их чистота и качество сборки оказывают существенное влияние на несущую способность и экономичность конструкции.

Анализ дефектов, появляющихся при сварке, показывает, что значительная часть брака возникает из-за плохого качества подготовки деталей и их сборки. Исправление брака в готовом изделии не всегда приводит к полному восстановлению заданных свойств сварного соединения и является трудоемкой и технически сложной операцией: рациональнее устранять дефекты, появившиеся при заготовке и сборке, до сварки. Однако излишние требования к точности заготовок и их сборке для сварки значительно удорожают изготовление конструкции. Сварка в защитных газах позволяет получить качественные сварные соединения при некоторых допустимых колебаниях точности заготовки деталей и сборки, которые по сравнению с ручной дуговой сваркой покрытыми электродами имеют узкие допуски.

Общий допуск при подготовке кромок складывается из допусков на изготовление заготовки, сборку и изменение размеров при сварке. При механизированной и автоматической сварке допуск должен находиться в узких пределах, т. к. в отличие от ручной сварки при этих процессах затруднено перекрытие зазора. Допуски на ширину зазора приведены на *рис. 1*, а его размеры — в *табл. 1*.

Рис. 1. Допуск на зазор в стыковом соединении: а — ширина зазора; б — угол раскрытия кромок; в — высота притупления; г — смещение кромок

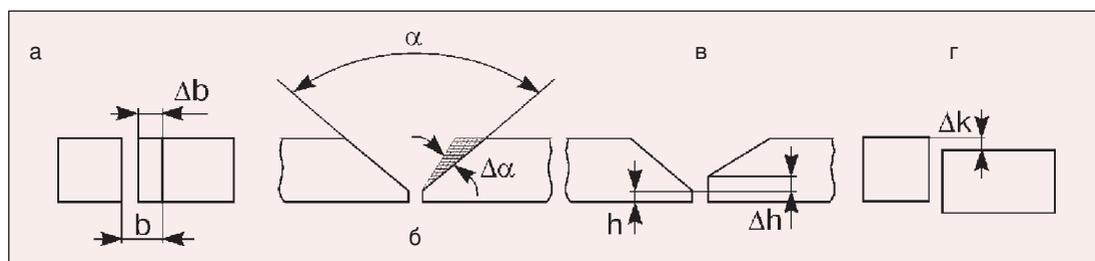


Таблица 1. Ширина зазора в стыковых соединениях, мм

Положение сварки	Способ сварки	Толщина листа S, мм						
		1-2	3-5	6-12	13-16	17-20	21-25	26-30
		I		II			III	
Нижнее	Ручная дуговая	0	2,5-3	2,5-3	2,5-3	2,5-3	2,5-3	2,5-3
	В CO ₂ , Ar+CO ₂	0	0,5-1	2	2	2-3	2-3	2-3
	Под флюсом	—	0	2	1-3	1-3	1-3	1-3
Вертикальное	Ручная дуговая	—		3	3	3		3
	В CO ₂ , Ar+CO ₂	1	2	2	2	2	2-3	2-3

Примечания: 1. Область I — I-образный шов (без разделки кромок); II — V-образный шов; III — X-образный шов. 2. Графическое изображение сварных швов приведено в табл. 2.

При стыковке деталей одинаковой толщины (рис. 1, 2) смещение одного элемента относительно другого по толщине (ΔK) не должно превышать следующих величин:

- S до 4 мм $\Delta K < 0,5$ мм
- S = 5–12 мм $\Delta K < 1,0$ мм
- S = 14–20 мм $\Delta K < 2,0$ мм
- S свыше 20 мм $\Delta K < 3,0$ мм

Основной металл до сборки следует зачищать механическими способами (пескоструйным или дробеструйным, металлическими щетками, абразивом) для удаления с поверхности металла рыхлого слоя ржавчины и окалины, а также грязи даже в том случае, если загрязненное место расположено вне места сварки. На рис. 2 показаны места, подлежащие зачистке перед сваркой для соединений различных типов. Особо тщательно следует зачищать торцы соединяемых элементов. Зачистка необходима для того,

чтобы при транспортировке и кантовке элементов конструкции загрязнения не попали на место будущего шва. Зачистка собранного узла в большинстве случаев не дает результата, так как не достигается основная цель — очистка свариваемых кромок, а иногда даже вредна в связи с тем, что продукты зачистки, попадая в зазор (особенно после сварки первого шва таврового соединения), задерживаются там. Допускается нагрев места сварки газовым пламенем или продувка сухим сжатым воздухом непосредственно перед сваркой. При этом удаляют попавшие в зазор свариваемых соединений влагу и грязь.

Сборка перед сваркой является одной из трудоемких и наименее механизированных операций. Она должна обеспечивать возможность качественной сварки конструкции. Для этого необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями, уста-

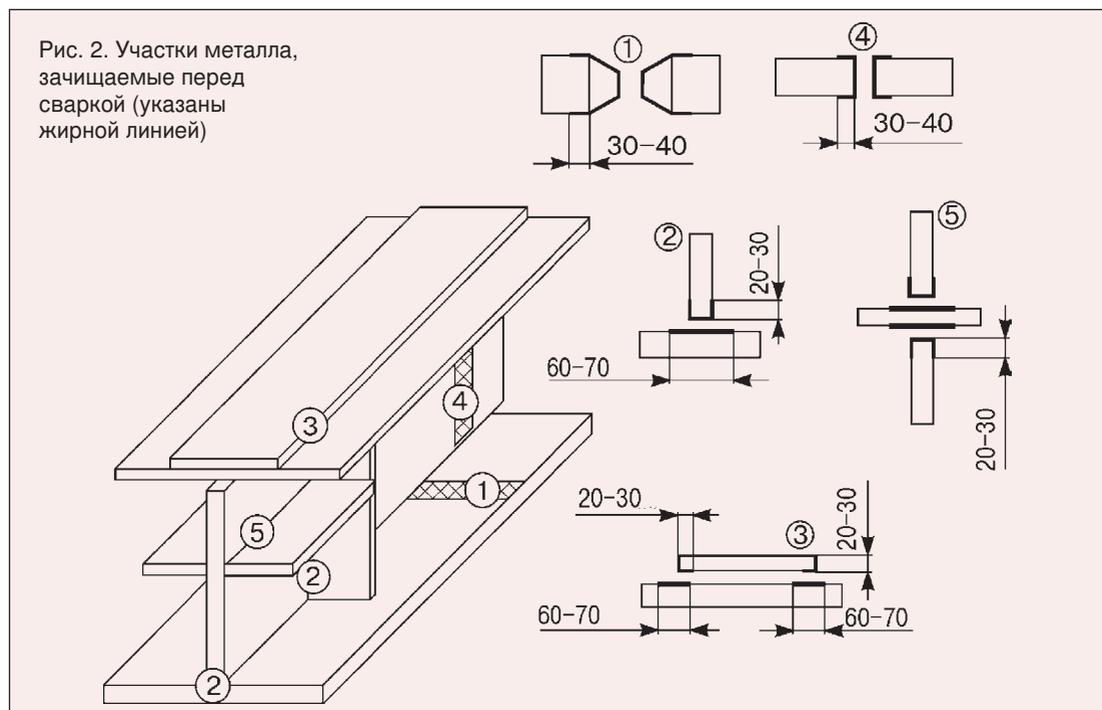


Таблица 2. Символы и графическое изображение сварных швов на чертежах

Название шва	Символ	Поясняющее изображение		Условное изображение	
		вид сверху	сечение	вид сверху	сечение
С отбортовкой кромок	∩				
I-образный					
V-образный	V				
X-образный	X				
U-образный	Y				
V-образный при скошенной кромке	∇				
V-образный подваркой с обратной стороны	∩				
Нормальный угловой	△				
Вогнутый угловой	∩				

новить детали в проектное положение и закрепить их так, чтобы взаимное расположение деталей не нарушалось в процессе сварки и кантовки или транспортировки.

Взаимное расположение деталей перед сваркой должно быть зафиксировано при помощи коротких отрезков швов, называемых прихватками (рис. 3, а). Сечение прихваток не должно превышать 1/3 сечения шва. Их максимальное сечение не более 20–25 мм², длина 15–120 мм, расстояние между ними 300–800 мм.

Прихватки должны выполняться механизированной сваркой в СО₂ или в смеси газов на основе аргона, либо ручной дуго-

вой сваркой (марку электрода выбирают в зависимости от марки свариваемой стали).

В ряде случаев, особенно при сварке жестких узлов, прихватки заменяют сплошным швом небольшого сечения (беглым швом), что значительно повышает стойкость металла шва к кристаллизационным трещинам и уменьшает вероятность нарушения заданного взаимного расположения деталей в процессе сварки вследствие растрескивания прихваток. Беглый шов выполняют ручной или механизированной сваркой.

Прихватки и беглый шов следует выполнять со стороны, обратной наложению первого рабочего шва или слоя. Беглый шов, кроме соединения деталей, служит подкладкой при сварке первого корневого шва в зазор. При сварке ответственных конструкций на режимах, обеспечивающих малую глубину провара основного металла, прихватки и беглый шов следует удалять перед наложением рабочего шва.

Для крепления деталей перед сваркой применяют специальные планки-гребенки, удаляемые по мере формирования шва (рис. 3, б). Недостатком способа соединения свариваемых деталей гребенками являются затраты металла на их изготовление и необходимость последующей зачистки остатков прихваток, расположенных на основном металле.

Для крепления деталей необходимо использовать струбцины, клинья, стяжные уголки и другие механические приспособления. При массовом производстве применяют специальные кондукторы, в которых осуществляют сборку, сварку и при необходимости кантовку.

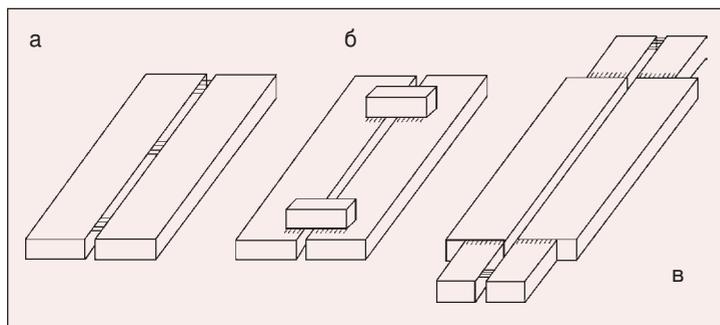
При сборке узлов из толстолистового металла по концам детали необходимо установить концевые планки для вывода начала и конца шва (рис. 3, в). Эти же планки служат для скрепления деталей. При сварке с обязательным зазором в верхнюю часть зазора иногда вводят короткие прокладки, которые соединяют с деталями прихватками.

Перед сваркой прихватки и кромки свариваемых элементов должны быть тщательно зачищены от шлака, брызг и загрязнений.

Прихватки следует рассматривать как часть сварного шва. При выполнении прихваток не допускаются поры, подрезы, наплывы. Прихватки с дефектами нужно удалять и заваривать повторно.

Качество подготовки деталей и сборки конструкции визуально проверяет контролер ОТК (отдел технического контроля). ● #644

Рис. 3. Способы закрепления деталей перед сваркой: а — прихватки; б — гребенки; в — концевые планки

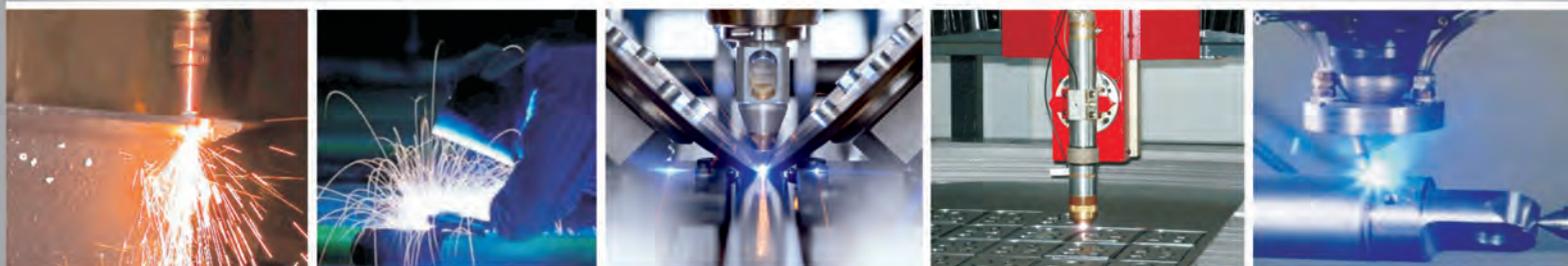




СВАРКА и РЕЗКА

13-я международная специализированная
выставка оборудования, приборов
и инструментов для сварки и резки

9-12.04.2013



Международный специализированный салон
Защита от коррозии. Покрытия



14-я международная специализированная выставка
Порошковая металлургия

**Беларусь, Минск,
пр-т Победителей, 20/2
Футбольный манеж**

Организатор:



МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58

+375 17 226 90 83

Факс: + 375 17 226 98 58

+375 17 226 99 36

E-mail: e_fedorova@solo.by

партнер выставки:



ЭКСПЕРТЫ В СВАРКЕ

Генеральный
информационный
партнер:



Ситуация на рынке основных конструкционных материалов и сварочной техники Японии

О.К. Маковецкая, канд. экон. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Основные конструкционные материалы. По объему производства стали Япония занимает второе место в мире. Отрасль черной металлургии после значительного (–27%) сокращения выплавки стали в 2009 г. не смогла в 2010–2011 гг. достичь докризисного уровня производства 2008 г. – 118,7 млн. т. Более того, снижение производства и потребления стали было отмечено в 2011 г. и прогнозируется до 2013 г. Показатели производства и потребления стали в Японии в период 2010–2012 гг. приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1. Производство, потребление, экспорт и импорт стали, млн. т

Сталь	2009	2010	2011	2012 (прогноз)
Производство	87,5	109,6	107,6	104,3
В том числе:				
обычная сталь	71,4	84,9	83,2	–
специальная сталь	16,1	24,7	24,4	–
горячекатаный прокат	76,7	97,8	94,8	–
Потребление	56,8	69,3	64,1	63,7
Экспорт	33,3	43,4	41,2	43,5
Импорт	3,0	5,3	7,2	8,3

Таблица 2. Внутреннее потребление стальной продукции в строительстве и промышленности, млн. т

Отрасль	2008	2010	2011	2012 (прогноз)	11/10 (%)	12/11(%) (прогноз)
Строительство	13,4	18,6	19,0	19,3	2,5	1,7
В том числе:						
промышленное	7,1	13,0	13,8	13,9	6,6	0,5
гражданское	3,3	5,6	5,2	5,4	–6,9	4,7
Промышленность	37,5	29,9	30,7	30,1	2,4	–1,7
В том числе:						
автомобилестроение	15,6	10,6	10,9	11,0	3,5	0,7
общее машиностроение	4,2	4,5	5,1	5,2	11,1	2,5
электромашиностроение	2,1	3,3	3,2	3,3	–1,1	1,0
судостроение	5,8	6,0	5,6	4,8	–6,2	–15,0
Всего	67,2	48,5	49,7	49,5	2,5	–0,4

Трудности отрасли черной металлургии Японии в настоящее время связаны с сокращением внутреннего потребления стали и экспорта, прежде всего, в Китай и Южную Корею. По сравнению с докризисным периодом общее потребление стальной продукции в Японии сократилось на 26%. В табл. 2 приведены данные потребления стали в ряде отраслей промышленности и строительстве Японии [2].

За последнее десятилетие структура производства стальной продукции в Японии заметно изменилась: выпуск специальной стали увеличился на 50%, а обычной – снизился на 20%. Япония наряду с Германией и Швецией является мировым лидером по производству специальной стали. В 2011 г. доля выпуска специальной стали составила 22,6% общего объема производства стали в Японии. Спрос на специальную сталь постоянно растет, что позволило очень быстро восстановить докризисный объем ее производства. В 2010 г. производство специальной стали по отношению к предыдущему году возросло на 53%, а обычной лишь на 19% [3].

В структуре производства специальной стали конструкционная составляет около 44% (25% – углеродистая сталь, 19% – легированная сталь), высокопрочная – 23%, нержавеющая – 15%. На долю других видов стали (автоматной, подшипниковой, пружинной, инструментальной, жаропрочной и пр.) приходится 18% выпуска специальной стали.

Япония – один из мировых лидеров по производству нержавеющей стали. В 2011 г. в мире было произведено 32,1 млн. т нержавеющей стали, из которой 67% (21,4 млн. т) – в странах Азии. После разрушительного землетрясения в Японии значительно увеличился спрос на продукцию из нержавеющей стали. В 2011 г. в Японии было произведено 3,58 млн. т нержавеющей стали; импорт увеличился на 13,6% и достиг 189,3 тыс. т, а экспорт сократился на 7,6% и составил 1,2 млн. т [4].

В структуре производства нержавеющей стали Японии (табл. 3) доминирует производство аустенитной, с низким содержанием углерода нержавеющей стали серии 300 и мартенситной стали серии 400 [5].

Около 80% всей производимой в стране продукции из нержавеющей стали (2011 г. – 2,8 млн. т) составляет толстолистовой прокат, основными потребителями которого являются: автомобилестроение, производство бытовой техники, строительство, энергетика, промышленное машиностроение, судостроение, машиностроение.

Алюминий занимает второе место по потреблению среди основных конструкционных материалов, несмотря на то, что почти 70% внутреннего потребления алюминия Япония обеспечивает за счет импорта. Производство первичного алюминия очень незначительно и постоянно сокращается. В 2011 г. в Японии было произведено 4,7 тыс. т первичного алюминия. Прогнозируется, что в дальнейшем производство первичного алюминия в стране будет сокращаться ежегодно на 2,3% и составит в 2016 г. 4,33 тыс. т. В то же время средний ежегодный рост производства вторичного алюминия возрастет до 3,1%, а объем его производства достигнет в 2016 г. 1,19 млн. т.

Таблица 3. Производство основных марок нержавеющей стали в мире, %

Регион/страна	Серия 300	Серия 400	Другие
Мир	58,2	28	13,8
Япония	45,0	45,0	10,0
Европа	65,0	15,0	20,0
Корея	75,0	20,0	5,0
Китай	60,0	15,0	25,0

По данным Японской алюминиевой ассоциации, потребление алюминия в 2011 г. составило около 3,8 млн. т. По прогнозу, внутренний спрос на алюминий в Японии будет расти и достигнет в 2035 г. 6,5 млн. т. В структуре потребления алюминиевой продукции более половины (53%) занимает прокат и пресованный профиль, 32% – литье, 15% – другие продукты. Основные отрасли – потребителями алюминиевой продукции – транспорт (36%), строительство (14%), производство изделий из металла (12%), пищевая промышленность (13%).

Сварочные материалы. Данные об объеме и структуре производства и внутреннего потребления основных групп сварочных материалов за период 2008–2012 гг. представлены в табл. 4 и 5 [8].

Таблица 4. Количественный объем и структура производства сварочных материалов

Сварочные материалы	2008		2009		2010		2011		2012 (прогноз)	
	тыс. т	доля, %	тыс. т	доля, %						
Покрытые электроды	47,5	13,4	32,6	12,8	35,6	12,7	35,5	12,9	36,0	12,8
Проволока:										
для сварки под флюсом и флюс	51,2	14,4	40,9	16,1	43,2	15,4	42,2	15,3	44,0	15,6
сплошная	131,1	40,0	78,1	30,7	92,7	33,0	89,2	32,4	91,0	32,4
для сварки TIG и другие (газовая сварка и резка)	2,7	0,7	2,2	0,8	2,1	0,7	2,3	0,8	2,3	0,8
порошковая	122,3	34,5	100,7	39,6	107,3	38,2	106,4	38,6	108,0	38,4
Всего	354,8	100,0	254,5	100,0	280,8	100,0	275,6	100,0	281,3	100,0

Таблица 5. Количественный объем и структура потребления сварочных материалов

Сварочные материалы	2008		2009		2010		2011		2012 (прогноз)	
	тыс. т	доля, %	тыс. т	доля, %						
Покрытые электроды	40,6	11,3	28,7	11,4	30,7	10,6	29,2	10,1	29,9	10,3
Проволока:										
для сварки под флюсом и флюс	40,2	11,2	30,4	12,1	32,6	11,3	31,2	10,8	31,2	10,7
сплошная	167,5	46,7	97,5	38,7	122,2	42,3	123,8	43,0	125,9	43,2
для сварки TIG и другие (газовая сварка и резка)	2,1	0,7	1,8	0,7	1,7	0,6	1,9	0,7	1,9	0,6
порошковая	108,0	30,1	93,6	37,1	101,9	38,6	101,8	35,4	102,5	35,2
Всего	358,4	100,0	252,0	100,0	289,2	100,0	287,8	100,0	291,4	100,0

По объему потребления сварочных материалов (2011 г.) Япония занимает четвертое место в мире (291 тыс. т) после Китая (3 000 тыс. т), Европы (570 тыс. т) и Северной Америки (430 тыс. т).

После кризиса 2009 г. объем производства и потребления сварочных материалов в Японии возрос, но не достиг докризисного уровня. В среднем объем производства сварочных материалов в 2012 г. составит около 80% от показателей 2008 г.

В структуре потребления сварочных материалов доминирует сплошная и порошковая проволоки, доля которых по оценке в 2012 г. составит соответственно 43 и 35%. В послекризисный период производство порошковой проволоки превысило объем производства сплошной проволоки, а объем потребления порошковой проволоки в 2012 г. практически достигнет докризисного уровня. Объем потребления сплошной проволоки остается стабильно высоким, особенно в автомобилестроении, но ее доля в структуре производства сократилась почти на 8%. Растет спрос на порошковую проволоку, в частности, для сварки низкоуглеродистой стали в судостроении. Основной стандарт производимой порошковой проволоки 1,2–1,6 мм, при этом идет работа по коммерциализации и стандартизации порошковой проволоки диаметром 1 мм. Доля производства покрытых электродов в общей структуре производства сварочных материалов в 2009–2012 гг. была достаточно стабильной, на уровне 13%, но в структуре потребления она

постепенно уменьшается и составляет уже только 10%. Доля потребления проволоки для сварки в инертном газе (TIG) невысока — менее 1%, но объемы применения этого сварочного процесса возрастают, особенно в машиностроении и энергетике.

Структура потребления сварочных материалов в основных отраслях промышленности и строительстве Японии приведена на рис. 1 [9].

Доля производства сварочных материалов с высокой добавочной стоимостью в Японии постоянно возрастает, и они пользуются высокой репутацией во всем мире. К их числу относят материалы для сварки хромомолибденовой стали и нержавеющей стали. Например, доля сварочных материалов, предназначенных для сварки нержавеющей стали, составляет 3–4% в общей структуре производства сварочных материалов. Медленное восстановление экономики, в частности автомобилестроения и судостроения — основных потребителей нержавеющей стали, сдерживает рост производства этого вида сварочных материалов. В табл. 6 представлены данные об объеме производства сварочных материалов для сварки нержавеющей стали [10].

В структуре производства сварочных материалов для сварки нержавеющей стали основную долю занимают порошковая проволока — 50% и около 25% сплошная проволока для дуговой сварки металлическим плавящимся электродом в среде инертного газа (MIG), что заметно отличается от об-

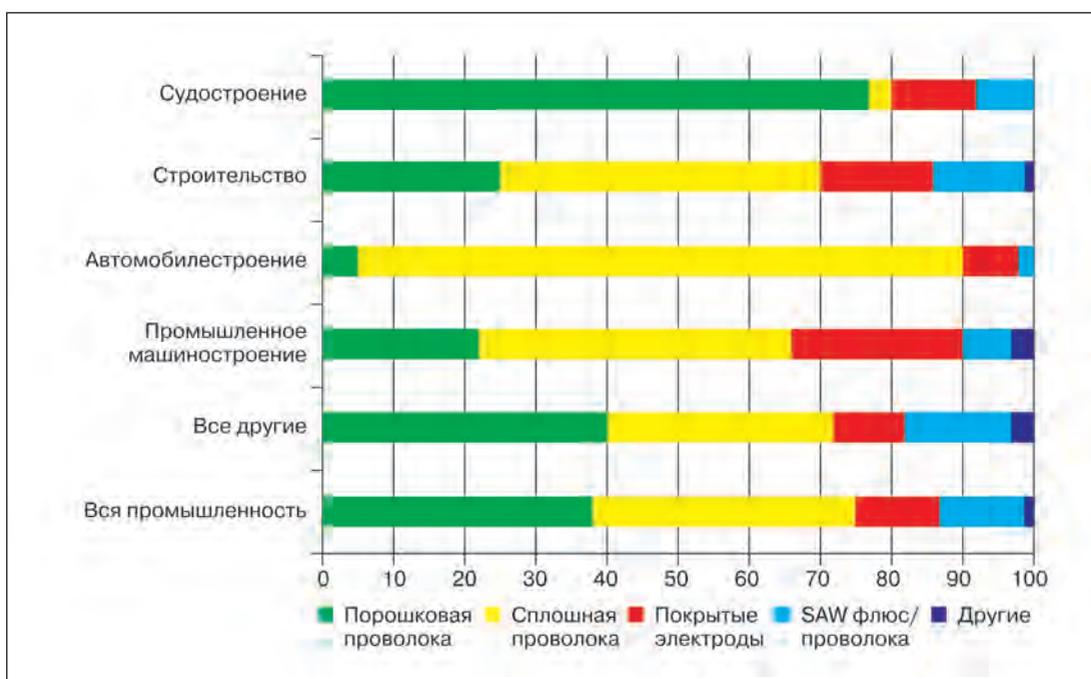


Рис. 1. Структура потребления сварочных материалов в основных отраслях промышленности и строительстве, 2009 г., %

шей структуры производства обычных сварочных материалов (см. табл. 3). Вследствие постоянного спроса на нержавеющую сталь в отраслях судостроения, нефтехимической промышленности, ядерной и теплоэнергетики значительного сокращения спроса на сварочные материалы в 2012 г. в этом секторе не ожидается. Возможно снижение производства не более чем на 3–4%.

Объем производства сварочных материалов для сварки алюминия в Японии составляет около 1,2 тыс. т (75% – сварочная проволока и 25% – электроды), 99% которого потребляется на внутреннем рынке. Объем потребления сварочных материалов для сварки алюминия, включая импорт, составляет около 1,8 тыс. т. Основные отрасли потребители: судостроение – 36%, железнодорожный транспорт – 36%, автомобилестроение – 18%, другие отрасли – 10% [11].

Объемы внешней торговли сварочными материалами в Японии также восстанавливаются после спада в 2009 г. В 2011 г. объем экспорта сварочных материалов составил 45,7 тыс. т (2008 г. – 49,5 тыс. т). В структуре экспорта более 60% составляет порошковая проволока, предназначенная для сварки в среде защитных газов (MAG). Основными торговыми партнерами Японии являются Китай, страны АСЕАН, Республика Корея, США, страны ЕС. В Китай экспортируется сплошная проволока для автомобильной промышленности, порошковая проволока для судостроения, а также сварочные материалы с высокой добавленной стоимостью для энергетики, строительства, машиностроения. Страны АСЕАН – Индонезия, Таиланд, Вьетнам – преимущественно импортируют из Японии сплошную проволоку и покрытые электроды для автомобилестроительной и машиностроительной отраслей; Республика Корея – порошковую проволоку для сварки низкоуглеродистой, низкотемпературной и хромомолибденовой стали для отраслей судостроения и энергетики; США – порошковую проволоку для сварки нержавеющей стали для энергетики; страны Европы – порошковую проволоку для сварки нержавеющей, низкоуглеродистой, низкотемпературной и высокопрочной стали для судостроения и энергетики. Также стабильно осуществляются поставки сварочных электродов в Россию для сварки трубопроводов, сплошной и порошковой проволоки – в Индию.

Импорт сварочных материалов составляет около 20% от объема их производства

Таблица 6. Объем производства сварочных материалов для сварки нержавеющих сталей, т

Продукция	2008	2009	2010	2011
Сплошная проволока для дуговой сварки под флюсом	490	450	450	450
Присадочные материалы для сварки TIG	950	900	950	900
Сплошная проволока для сварки MIG	2 950	2 200	2 900	2800
Покрытые электроды для дуговой сварки	1 600	1 150	1 200	1 000
Порошковая проволока	6 450	5 100	5 350	5 250
Всего	12 420	9 800	10 850	10 500

и также растет; в 2011 г. он достиг 54 тыс. т. Основную долю, более 70% импорта, составляет сплошная проволока. Основным торговым партнер – Республика Корея, которая поставляет почти 2/3 всех импортируемых Японией сварочных материалов, в основном, сплошную проволоку.

Японские компании-производители сварочных материалов занимают активную позицию на национальном и мировом рынке сварочных материалов. Разработка и производство новых сварочных материалов – это, прежде всего, отклик производителей на запросы рынка и проблемы, возникающие в различных отраслях промышленности: повышение качества продукции, производительности и экономической эффективности производства, снижение экологической нагрузки на рабочую и окружающую среду.

Одним из ведущих мировых производителей сварочных материалов и оборудования является компания Kobe Steel, Ltd. Для судостроения компанией разработан высокоскоростной тройной тандемный метод сварки с одной сварочной ванной (TRIFARC™ Process), который позволил существенно повысить скорость и стойкость к порообразованию при сварке угловых швов. Для повышения скорости сварки толстолистового проката и увеличения выхода наплавленного металла был разработан тандемный метод сварки SEGARC™. Этот процесс газозлектрической дуговой сварки (EGW) в тандем разработан на основе SEGARC™ процесса с применением одного электрода и предназначен для сварки вертикальных швов корпуса корабля. Для сварки стыковых соединений металла разных толщин компанией KOBELCO разработан высокоэффективный процесс дуговой сварки под флюсом RT™, отлично за-

рекомендовавший себя на практике. Применительно к этим процессам разработана также серия сварочной порошковой проволоки TRUSTARC™ [9].

Сварочное оборудование. Япония — признанный лидер в мировом производстве современного сварочного оборудования, особенно в части автоматизированных и роботизированных сварочных установок и систем. Доля Японии на мировом рынке сварочного оборудования составляет около 15%.

В 2011–2012 гг. в Японии продолжился процесс наращивания производства сварочного оборудования после более чем 60% спада производства в период кризиса 2009 г., но уровень докризисного производства не был достигнут. Существенное влияние на темп восстановления производства сварочной техники Японии в послекризисный период оказали невысокий и нестабильный рост производства в основных отраслях промышленности и строительстве, продолжающаяся депрессия западной экономики, а также рост объемов серийного производства японских товаропроизводителей на территории Китая.

В *табл. 7* приведены данные об объеме производства (в количественном и стоимостном выражении) основных типов сварочного оборудования за 2008–2011 гг. и прогноз на 2012 г. [12].

По объему производства и потребления сварочного оборудования Япония занимает четвертое место в мире после Китая, стран ЕС и США. На внутренний рынок поставляется около 85% всего производимого в стране сварочного оборудования. В структуре производства доминирует оборудование для дуговой сварки (более 90%), из которого 50% составляют автоматы и полуавтоматы. Значительно возрос спрос на оборудование для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертных газов (TIG) и источники питания на переменном

токе (АС), которые находят все большее применение в судостроении и секторе ремонта. Объем производства этого оборудования уже превысил докризисный уровень и ожидается, что количественный объем его производства составит в 2012 г. 49 тыс. шт. Спрос на машины для контактной сварки также восстанавливается.

Объем внешней торговли Японии сварочным оборудованием весьма значителен. В последние годы импорт составлял более половины, а экспорт почти 40% от объема внутреннего производства сварочного оборудования. В период финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. экспорт и импорт различных типов сварочного оборудования существенно сократился. В *табл. 8* и *9* приведены данные об объеме экспорта и импорта сварочного оборудования в 2008–2010 гг. [12].

В структуре производства сварочного оборудования Японии значительно выросли объемы автоматического и полуавтоматического оборудования. В современных сварочных системах (сварочный аппарат — источник питания) в основном используют цифровые системы управления. Применение мощных компьютеров и инверторных схем для высокоскоростного эффективного управления процессом сварки позволило значительно повысить производительность и уровень автоматизации сварочного оборудования. В настоящее время решается задача перехода от частичной автоматизации технологических процессов сварки к широкой роботизации и созданию полностью безлюдных технологий сварки и производства сварных конструкций.

Япония является мировым лидером в области производства промышленных роботов и автоматизации производства. В 2011 г. объем продаж промышленных роботов составил 5,7 млрд. дол. (447,824 млрд. иен). Прогнозируется, что в 2012 г. количе-

Таблица 7. Производство сварочного оборудования в Японии, шт. (млн. дол.)

Оборудование	2008	2009	2010	2011	2012 (прогноз)
Оборудование для дуговой сварки	128 100 (631)	50 100 (254)	61 600 (246)	88 900 (308)	97 500 (331)
В том числе:					
преобразователи вращающегося типа	22 200 (80)	7 700 (32)	13 600 (45)	—	—
автоматы и полуавтоматы	66 400 (277)	21 600 (98)	31 000 (134)	43 400 (153)	48 500 (165)
другое оборудование (АС источники питания, TIG и др.)	39 500 (147)	20 800 (125)	17 000 (67)	45 500 (153)	49 000 (165)
Машины для контактной сварки	8 400 (125)	4 335 (38)	4 503 (65)	5 500 (72)	5 800 (79)
Всего	136 500 (629)	53 100 (310)	66 700 (303)	94 600 (378)	103 700 (404)

Таблица 8. Экспорт сварочного оборудования, шт.

Год	Оборудование для дуговой сварки		Машины для контактной сварки		Специальные сварочные машины	Всего
	автоматы и полуавтоматы	другие	автоматы и полуавтоматы	другие		
2008	12 646	13 141	4 524	2 357	19 045	51 713
2009	4 828	7 333	2 596	2 339	15 706	32 802
2010	11 762	8 827	3 286	1 980	24 048	49 903

Таблица 9. Импорт сварочного оборудования, шт.

Год	Оборудование для дуговой сварки		Машины для контактной сварки		Специальные сварочные машины		Всего
	автоматы и полуавтоматы	другие	автоматы и полуавтоматы	другие	УЗ сварка	другие	
2008	24 357	32 766	212	441	2 644	14 284	74 704
2009	13 017	27 234	145	314	884	9 828	50 538
2010	11 096	26 539	3 395	223	1 349	24 707	67 309

ственный объем производства сварочных роботов возрастет на 26%, а стоимостной на 25% и составит соответственно 23 400 единиц и 61 млрд. иен. Сварочные роботы составляют около 24% от всего объема внутренних поставок промышленных роботов и около 15% объема поставок на экспорт. В табл. 10, 11 приведены данные стоимостного и количественного объемов производства, поставок на внутренний рынок и экспорт промышленных роботов и манипуляторов для сварки [13]. Подавляющую часть

производимых и потребляемых в стране роботов составляют роботы для дуговой и контактной сварки, более 70% которых применяется в автомобилестроении [20].

Уровень роботизации и автоматизации сварочного производства в промышленности и строительстве Японии достаточно высок. На рис. 2 показан уровень автоматизации дуговой сварки в защитном газе (GMAW) в различных отраслях промышленности [14].

Автоматизация сварочных процессов тесно связана с ростом применения новых

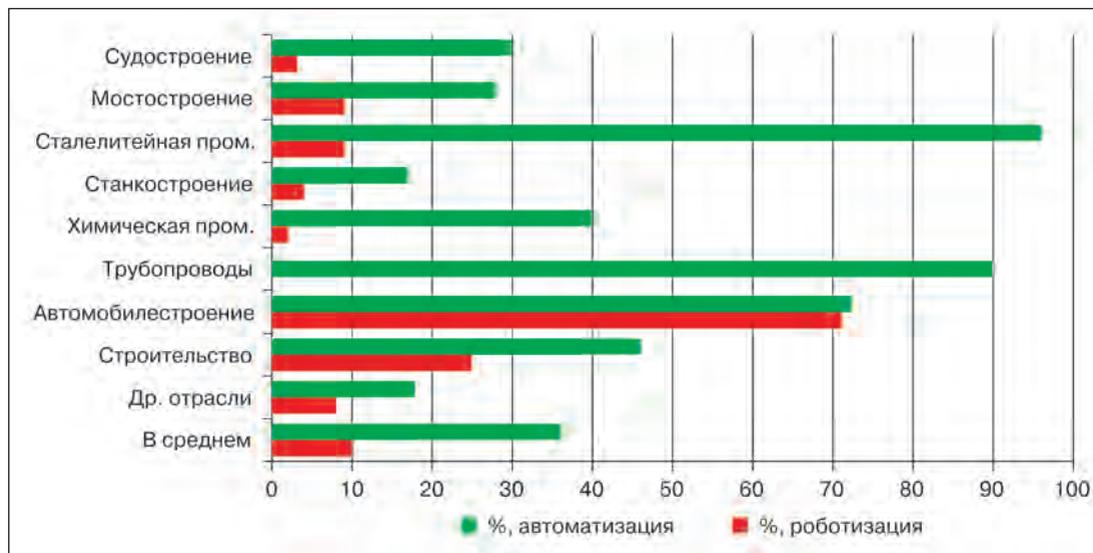
Таблица 10. Стоимостный объем производства, поставок на внутренний рынок и экспорт промышленных роботов и манипуляторов для сварки, 2009–2011 гг., млн. дол.

Область применения	2009			2010			2011		
	Внутреннее потребление	Экспорт	Всего	Внутреннее потребление	Экспорт	Всего	Внутреннее потребление	Экспорт	Всего
Всего промышленных роботов, включая:	1 108	1 801	2 909	1 351	4 325	5 676	1 588	4 512	6 100
сварочные роботы	229	299	528	236	601	837	309	647	956
В том числе:									
дуговая сварка	146	145	291	156	304	460	185	423	608
контактная сварка	81	154	235	78	295	373	120	532	652
лазерная сварка	0,14	–	0,14	0,9	0,8	1,7	1,8	0,6	2,4
Другие виды	1,6	0,2	1,8	1,2	0,5	1,7	1,5	0,5	2,0

Таблица 11. Количественный объем производства, поставок на внутренний рынок и экспорт сварочных роботов и манипуляторов, 2009–2011 гг., шт.

Сварочные роботы	2009			2010			2011		
	Внутреннее потребление	Экспорт	Производство	Внутреннее потребление	Экспорт	Производство	Внутреннее потребление	Экспорт	Производство
Дуговая сварка	1 632	4 181	5 813	2 169	11 578	13 747	2 550	16 000	18 550
Контактная сварка	1 134	3 780	4 914	1 386	7 054	8 440	2 400	12 000	14 400

Рис. 2. Доля автоматизации дуговой сварки в защитном газе в различных отраслях промышленности Японии



технологий сварки — лазерной, гибридно-лазерной, сварки трением с перемешиванием и роботизацией технологического процесса производства на основе данных способов сварки. Лазерные и гибридно-лазерные технологии сварки широко применяют во многих отраслях промышленности: автомобилестроении, судостроении, транспортном машиностроении. Активно ведутся разработки передвижного лазерного оборудования применительно к сварке в судостроении, предложен способ сварки диодным лазером в космосе и др.

Объем производства промышленных лазеров, предназначенных для обработки различных материалов, включая лазеры для сварки и резки, по сравнению со странами Европы и США в Японии незначительны. Производство Японии удовлетворяет только около 30% внутреннего спроса на лазеры и лазерные системы, а спрос постоянно растет. Япония входит в пятерку стран основных мировых импортеров лазеров. В табл. 12 приведены данные об объеме и структуре производства в Японии промышленных лазеров для обработки металла [12].

Таблица 12. Объем производства промышленных лазеров для обработки металла, млн. дол.

Тип лазера	2008	2009	2010	2011
Всего	385,4	228,4	345,8	382,8
В том числе:				
CO ₂ -лазеры	107,2	51,0	84,2	94,5
твердотельные YAG-лазеры	54,9	42,1	60,0	62,5
экимерные лазеры	222,0	132,7	197,8	222,0
другие типы	1,3	2,6	3,8	3,8

Мировой объем продаж промышленных лазеров и лазерных систем составил в 2011 г. соответственно 1956 и 7060 млн. дол. Технологические лазеры, предназначенные для обработки металла (сварки, резки, маркировки, сверления и др.), составляют около 55% общего производства промышленных лазеров. На долю Японии приходится около 15% общемирового потребления промышленных лазеров и систем.

Фирмы Nissan Tanaka Co., Panasonic Welding Systems Co., Miyachi Co., Sumitomo Heavy Industries, Ltd., Koike Sanso Kogyo/Koike Aronson входят в число ведущих мировых производителей лазерных машин для сварки и резки. Высоким спросом на внутреннем рынке Японии пользуются машины для лазерной резки металла средних и малых толщин. Значительная часть продукции также экспортируется в США, Канаду, Мексику [15, 16].

Японские товаропроизводители техники для сварки и родственных технологий оптимистично оценивают перспективы роста производства и рынка в ближайшие годы, как в количественном, так и в стоимостном выражении. Предпринятые в после кризисный период меры по повышению эффективности производства и продаж позволили снизить стоимость продукции и увеличить объем продаж. В частности, рост продаж был обеспечен четкой ориентацией производителей и дилеров на обеспечение запросов каждой отдельной отрасли промышленности и конкретных потребителей товара внутри страны и за рубежом, что позволило увеличить объем экспортных поставок техники для сварки и родственных технологий в 2011 г. на 10%.

Список литературы

1. FY2012 Japan Industry Outlook (Iron and Steel)//Mizuho Corporate Bank, Industry Research Division. – 2012. – N1. – P.9.
2. Japan Iron and steel Federation. Statistics & analysis // www.jisf.or.jp/en/statistics.
3. Японская стальная отрасль трансформируется//<http://www.sorga.ru>.
4. Stainless steel output hit record high in 2011//www.markerwatch.com.
5. Bell M., Thangavelu V. Developments in the world stainless steel industry and the implication for nickel consumption//Hatch Consulting. – 2007. – 21 p.
6. Global and China Special industry report, 2010-2015//www.reportlinker.com.
7. Japan Aluminum Association // <http://www.aluminum.or.jp>.
8. The latest data chart in relation to welding// The Japan Welding News for the world. – vol.16, N59, Spring Issue. – 2012.
9. State-of-the-art automatic arc welding processes. Meet the latest shipbuilding requirements//Kobelco welding Today. – 2011. – v.14, N1. – P. 3-6.
10. Welding consumables for stainless steel shipments// The Japan Welding News for the world. – vol.15, N56, Summer Issue. – 2011.
11. Aluminum Welding Consumables// The Japan Welding News for the world. – vol.16, N58, Winter Issue. – 2012.
12. Сварочная промышленность Японии за 10 лет//Технологии сварки (яп.). – 2011. – Т. 56, №76. – С. 99-108.
13. Production and Shipments of manipulators and robots by application areas// www.jara.jp.
14. Асан С. Прогресс на новом этапе автоматизации сварочных процессов// Технологии сварки (яп.). – 2010. – Т.58, №12 – С. 50-52.
15. The sale of laser cutting machines is favorable in North America and China// The Japan Welding News for the world. – vol.15, N57, Autumn Issue. – 2011.
16. Releases fiber laser cutting machine (4kW0 for thick plates! // The Japan Welding News for the world. – vol.15, N57, Autumn Issue. – 2011.

● #645

Ученые создали из металла крошечные структуры

Ученые из университета Аальто в Финляндии и Вашингтонского университета продемонстрировали совместно разработанную технологию, с помощью которой, комбинируя ионную обработку и субмикронную литографию, можно изготавливать из металла крошечные металлические структуры любой сложности на микро- и наноуровне.

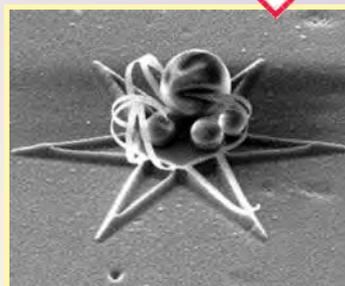
Изготовление различных объектов, деталей машин и механизмов основано на применении деформации, которая держится под контролем. К таким видам можно отнести многие процессы металлообработки, такие как гибка, резка, штамповка и многие другие. Но такие технологии практически невозможно использовать на наноуровне. Поэтому, для того чтобы изготовить сложное устройство или механизм очень малых размеров, требуются совершенно иные производственные процессы.

Проводя исследования в области поисков методов создания контролируемой деформации материалов, ученые обратили внимание на некоторые примеры, существующие в природе. Если взять цветок одуванчика, отделить от стебля тонкую полосу и поместить ее в воду, то через некоторое время эта полоса свернется в спираль из-за различий в степени поглощения воды внешним и внутренним слоями материала стебля.

«Наша идея заключалась в поисках некоторых естественных процессов и приспособлении их к использованию в нанопроизводстве», — рассказывает Хэтия Чалэпэт (Khattiya Chalapat), ученый из университета Аальто. — В одном из таких случаев нам удалось обнаружить, что сфокусированный ионный луч может произвести локальный изгиб материала с точностью, подходящей для наномасштаба».

«Разработанные нами технологии могут широко использоваться при производстве наноустройств и наномеханизмов. Производимые наноструктуры обладают удивительной эластичностью, наша команда обнаружила, что они достаточно крепки и выдерживают воздействие множества неблагоприятных факторов, таких как высокая температура, сильные электрические и магнитные поля».

www.newsland.ru



NEW



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №4–2012

Исследования

M. ST. Weglowski. Современные улучшенные и термически обработанные стали — свойства и эффективность их использования

J. Czuchryj. Оценка качества промышленных изделий с помощью магнитной дефектоскопии

A. Klimpel. Влияние технологических условий лазерной резки на качество и скорость резки стальных плит

J. Czuchryj, K. Нус. Оценка непроваров на поверхности изделий из углеродистой конструкционной стали на основе цветной дефектоскопии

О.К. Маковецкая. Основные тенденции на рынке сварочной техники в 2008-2011 гг. и прогноз его развития

A. Lisiecki, P. Guminior. Сварка плит из сплава титана Ti6Al4V дисковым лазером



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №7–2012

Z.Mirski, K.Spiwak. Лазерная сварка механизма сиденья автомобиля

T.Kozak. Стойкость к холодному растрескиванию сварных соединений из стали P460NL1

R.Pakos. Аттестация сварочной стали в соответствии со стандартом PN-EN 287-12011 и международными нормативами

A.Pocica. Сварка, используемая в текстильной промышленности в третьей декаде XX века



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №8–2012

B.Antoszewski, S.Tofil. Эрозионная и износостойкость термически напыленных покрытий

S.Morel. Расходы на нанесение покрытий методами термического напыления

N.Radek, W.Zorawski. Технология производства и свойства углеродно-керамических покрытий, нанесенных электроискровым методом и модифицированных лазерным лучом

T.Burakowski. Ареология и термическое напыление как функциональные и физические системы с точки зрения синергизма

P.Sosnowy, M.Goral, S.Dudek, M.Drajewicz, T. Gancarczyk. Микроструктура термических барьерных покрытий, нанесенных методом APS с использованием новых керамических порошков

W.Zorawski, O.Bokuwka, S.Skrzypek. Трибологические свойства композиционных покрытий, нанесенных плазмой и HVOF

J. Slania, K.Soltys. Влияние рассеянного излучения на качество изображения на рентгенограмме

R.Pakos. Аттестация технологии сварки арматуры

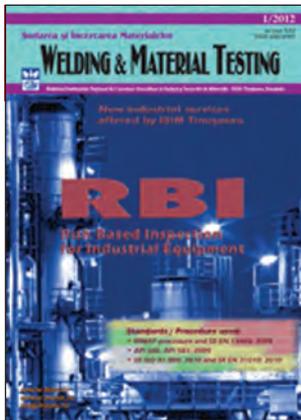
R.Pakos. Влияние способа резки на свойства кромки реза

M.M. Lachowicz. Коррозионная стойкость сварных соединений из сплава алюминия AW 7020



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) №3–2012

- E. Lechovic, D. Drival, F. Kolenic.** Создание компактных поверхностных слоев на чугуне со сферическим графитом.
- I. Kovarikova, B. Simekova.** Исследование слоев, полученных лазерной наплавкой, устойчивых к абразивному износу
- B. Simekova, I. Kovarikova, M. Simek.** Анализ паяного соединения с помощью термоциклической обработки и компьютерного моделирования
- С.Т. Римский.** Технология механизированной сварки труб



Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №1–2012

- D.D. Cioclov.** Моделирование исследований материала методом BOOTSTRAP. Часть II. Применение
- S. Crasteti, D.R. Pascu.** Количественные оценки гетерогенных полимерно-металлических соединений
- D.R. Pascu, R.A. Rosu, G. Oprisa, G. Baluta.** Исследование процесса старения чистой свариваемой стали с помощью оборудования ТМК — Resita
- K. Gombos, H. Dascau.** Использование алюминия для изготовления электропроводов
- C. Saceanu, R.A. Rosu.** Физико-химическая структурная и механическая характеристика никеля как базового элемента суперсплавов



Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №2–2012

- D.D. Cioclov.** Моделирование структурных материалов. От нано- до макромасштаба
- V. Giurgiutiu.** Основные положения контроля структурного состояния с помощью пьезоэлектрических датчиков
- E.H. Cayo, S.C.A. Alfaro.** Оценка в реальном времени стабильности переноса металла в процессе GMAW-S, основанного на эмиссии дуги
- P. Sejc, J. Belanova, R. Kubicek.** Структура алюминиевоцинкового покрытия соединений из стали, выполненного плазменной пайкой



Содержание журнала «Sudura» (Румыния) №1–2012

- Фундаментальные технологические особенности для обеспечения гарантированного качества сварных конструкций из высокопрочной стали. **G. Zecheru, M. Minescu, G. Draghici, A. Dumitrescu**
- Подготовка специалистов-сварщиков с различным уровнем образования. **M. Salai, P. Caneparu**
- Рассмотрение рисков при реализации и проверке объединенной системы управления в сварочной компании. **P. Tenchea, F. Dumitrascu**
- Различные соединения металлов, выполненные наиболее распространенными видами сварочной техники. **V. Tsakiris, W. Kappel, G. Alecu, D. Cirstea, L. Leonat, G. Rimbu**

Ассамблея Международного института сварки 2012 года

Е.П.Чвертко, IWE, Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

65-я Ежегодная ассамблея Международного института сварки (МИС) прошла 8–13 июля 2012 г. в Hyatt Regency Denver и Colorado Convention Center в Денвере, Колорадо (США). Это престижное мероприятие в четвертый раз проводится в Соединенных Штатах, ранее ассамблеи были проведены в Нью-Йорке (1961), Бостоне (1984) и Сан-Франциско (1997). Сохранились высокие показатели посещаемости предыдущих лет, в общей сложности в мероприятии приняли участие 799 человек из 49 стран.

Всего на ассамблее 2012 г. были зарегистрированы 525 делегатов и экспертов, 131 сопровождающее лицо и 44 студента, а также 38 представителей категории «молодой профессионал МИС» (лица с дипломами и/или сертификатами системы аттестации персонала Международного института, активно работающие в сварочном производстве).

Принимающими организациями выступили Американское сварочное общество (AWS), Институт сварки им. Эдисона и Совет исследований в области сварки (WRC).

Неотъемлемым событием ежегодных ассамблей Международного института сварки является вручение наград за выдающиеся работы в области сварки и родственных технологий. В 2012 г. было вручено девять наград. Номинациями 2012 г. стали:

- Технология производства и соединения (награда Анри Граньона категории А).
- Свойства и свариваемость материалов (награда Анри Граньона категории В).
- Проектирование и технологичность конструкций (награда Анри Граньона категории С).
- Обучающие видеокурсы и компьютерные программы для различных категорий сварочного персонала (награда Андре Лероя).
- Фундаментальные исследования в области сварки и родственных технологий (награда Йошиаки Арата).
- Разработка и усовершенствование стандартов в области сварки (медаль Томаса).
- За активную работу в рамках проектов МИСа (награда Артура Смита).

- За личный вклад в развитие сварочных и родственных технологий (награда Евгения Патона).
- Награда за лучшую статью в журнале *Welding in the World*.

Награда Анри Граньона (вручается с 1992 г.). Награда вручается ежегодно победителям международного конкурса среди авторов научных работ, посвященных исследованиям в области сварки и родственных технологий. Основная ее цель — привлечение молодых специалистов. Конкурсная работа может быть частью диссертации магистра, кандидата, доктора наук или промышленным проектом, выполненным одним автором. В данной номинации возможны четыре категории:

категория А — технология производства и соединения;

категория В — свойства и свариваемость материалов;

категория С — проектирование и технологичность конструкций;

категория D — вопросы охраны здоровья.

В 2012 г. награду категории А получил **Йи Хуанг** (США) за работу «Управление переносом металла с заданными параметрами при гибридной лазерной сварке».

Номинант получил степень бакалавра по специальности «Сварка» и магистра по специальности «Обработка материалов» в Технологическом университете г. Харбин (Китай). В 2006 г. он поступил в Университет Кентукки (Лексингтон, Кентукки, США) и в 2011 г. защитил диссертацию в области электротехники. В настоящее время Йи Хуанг работает инженером в компании Roman Engineering Service (Ливония, Мичиган, США). Он изучает процессы сварки с пониженным тепловложением, гибридную лазерную сварку, лазерную сварку и пайку, разрабатывает припои, не содержащие свинец, занимается мониторингом, управлением и оптимизацией сварочных процессов. Он является автором более 20 статей в ведущих технических изданиях. В 2011 г. был отмечен Американским обществом свар-



Призеры 2012 года (слева направо): Т. Брудер, проф. Герт ден Оуден, К. Аренс, Дж.С. Петковшек, Президент МИС Балдев Радж, У. Миглиетти (представитель Д.Р. Болсера), Мария А.В. Бермехо, М. Фараджиан, Йи Хуанг, М. Шесны

ки — получил Серебряную медаль А.Ф. Де-виса в категории «Машиностроение».

Награда категории В была присуждена **Марии А.В. Бермехо** (Испания) за работу «Влияние легирования (эквивалентного хрома и никеля) на процессы структурного превращения аустенит-феррит и феррит-аустенит в аустенитных нержавеющей сталях при сварке». М. Бермехо получила степень бакалавра по специальности «Промышленная химия» в Университете Барселоны (Испания). В 2000 г. она получила квалификацию Международный инженер по сварке, а позднее — степень магистра сварки, успешно представив работу по сварке алюминия неплавящимся электродом. В 2010 г. защитила диссертацию, посвященную математическому моделированию структурного состава швов в изделиях из нержавеющей аустенитных сталей, и на сегодняшний день продолжает исследования структурных превращений при кристаллизации. Одна из ее исследовательских работ в этом направлении в нынешнем году была удостоена награды Анри Граньона.

Награда в категории С была вручена **М. Фараджиану** (Германия) за статью «Поведение сварочных остаточных напряжений под действием механической нагрузки». М. Фараджиан — выпускник бакалаврата Политехнического университета Тегерана (Иран) по специальности «Механика твердых тел» и магистратуры Королевского технологического института (Стокгольм, Швеция) по специальности «Обработка металлов». Получив квалификацию Международного инженера по сварке, он начал карьеру исследователя. С 2007 г. изучает влияние остаточных напряжений на усталост-

ную прочность сварных швов в Институте сварки в Брауншвейге (Германия). В 2011 г. защитил диссертацию в Университете Брауншвейга и получил грант на исследования от Фонда поддержки исследовательских работ Германии.

Награда Андре Леруа (вручается с 1980 г.). В 2012 г. награду получил **Джон С. Петковшек** (США), представитель компании Lincoln Electric, за интерактивный курс по технике безопасности в сварке. Призер — выпускник магистратуры Государственного университета г. Кливленд (США) по специальности «Химия» — работает в компании с 1980 г. В течение 32 лет занимался проблемами, связанными со сварочным производством. С 2000 г. занимает пост генерального директора компании по охране труда и окружающей среды, активно работает над средствами снижения влияния производственных процессов на здоровье людей. Также разрабатывает материалы образовательного характера для сотрудников компании и заказчиков, принимает участие в национальных программах защиты природных ресурсов, активно участвует в работе комиссии Американского сварочного общества по охране здоровья.

Награда Йошиаки Арата (вручается с 1994 г.). Награду Й. Арата в 2012 г. получил проф. **Герт дер Оуден** (Нидерланды). Проф. Оуден защитил диссертацию по физике твердых тел в Университете Амстердама (Нидерланды). Свои исследования он продолжил в Университете Иллинойса (США), затем работал ассистентом в лаборатории компании Philips, где занимался фундаментальными исследованиями физики дуги и металлургии сварки. Позднее по-

лучил пост технического директора в отделе сварки той же компании, на котором проработал с 1976 по 1980. В 1980–2005 гг. работал профессором кафедры сварочных технологий и неразрушающего контроля Технологического университета Делфта (Нидерланды). Его научные исследования охватывают физику сварочной дуги, реакции с газовой фазой при сварке, управление и мониторинг сварочных процессов, гибридную лазерную сварку, соединение металлов с керамикой, неразрушающий контроль сварных швов. Хорошо известны его исследования колебаний сварочной ванны и зависимость от них проплавления, запатентован алгоритм измерения и управления проплавлением.

Проф. Оуден возглавляет несколько комитетов в Институте сварки Нидерландов (NIL), в частности, стратегический комитет по исследованиям в сварке. В 1995 г. был награжден Почетной медалью NIL. В 1990–1992 гг. занимал пост Вице-президента МИС.

Медаль Томаса (вручается с 1997 г.). В 2012 г. Медаль Томаса была вручена *Девиду Р. Болсеру* (США). В течение более 30 лет он принимал активное участие в разработке и производстве конструкций из титана, нержавеющей стали и алюминиевых сплавов для нужд авиа- и ракетостроения, участвовал в программах Antisubmarine Rocket Launcher Guide, Harpoon Missile, HyFly Missile, Peacekeeper Propellant Tank, Space Station Freedom Propellant Tank, Space Shuttle's Aft Propulsion Subsystem, National Aerospace Plane, Tokamak Physics Experiment, Small Diameter Bomb, Massive Ordnance Penetrator, C-17, F-15, F-18, AV-8B, MD-11, 737, 787. В настоящее время работает в исследовательском отделе компании Boeing.

Девид Болсер участвует в работе комиссий Американского сварочного общества и МИС. Он является инициатором и одним из разработчиков документа AWS D17.3 — указаний по сварке трением с перемешиванием алюминиевых сплавов, применяемых в авиационной промышленности. Позднее под его руководством комитетом МИС был разработан стандарт ISO/FDIS 25239 «Сварка трением с перемешиванием алюминия».

Награда Артура Смита (вручается с 2001 г.). Призером 2012 г. стал *Кристиан Аренс* (Германия). К. Аренс получил образование в области строительства, до 1984 г. занимался проектированием стальных конструкций, мостов и узлов ракетостроения. Получив диплом инженера по сварке, в

1984 г. он возглавил отдел по обучению и обеспечению качества в Институте сварки Германии, стал членом Общества сварки Германии. В течение 8 лет выполнял обязанности председателя национальной экзаменационной комиссии, более 20 лет возглавлял Общество по подготовке и аттестации инженеров-сварщиков.

В 1980-90-х годах К. Аренс был координатором по организации Института сварки Китая, а также участвовал в проведении первых курсов для инженеров по сварке в Корейской республике. С 1992 г. он принимает активное участие в работе МИС, был членом и председателем нескольких комиссий, на протяжении 9 лет был председателем Группы А Международного комитета по аккредитации. С 1997 г. работает аудитором в системе МИС, а с 2004 г. — ведущий аудитор по дистанционному обучению. В 2007 г. К. Аренс был удостоен Немецкой награды в области обучения, а в 2010 г. — Почетной международной награды Американского общества сварки в области сертификации.

Награда Евгения Патона (вручается с 2000 г.). В данной номинации возможны две категории:

категория А (присуждается в нечетные годы) — за прикладные исследования и разработки, успешно внедренные в различных отраслях;

категория В (четные годы) — за разработку нового промышленного оборудования, материалов и конструкций, прошедших успешное изготовление и внедрение.

Награду Евгения Патона в 2012 г. получил *Михаэль Шесны* (Германия). Свою карьеру он начал в качестве инженера в компании АВВ, где три года занимался разработкой первого в мире локомотива, работающего от переменного тока с тиристорным преобразователем частоты на 5,6 МВт, а также первого в Европе 1,8-мегаваттного тиристорного преобразователя для поездов метро. С 1980 г. он является владельцем и директором компании EWM Hightec Welding GmbH. Долгие годы принимал участие в разработке многочисленных инноваций в области сварки, на которые получил 46 патентов. В числе его разработок: источники питания для сварки MIG/MAG импульсным током, в том числе, быстродействующие с обратными связями; синергетический инверторный источник питания для сварки MIG/MAG с цифровым управлением; первый инверторный источник «чоппер» на 40 кГц для сварки TIG постоянным и пере-

менным током с управляемой частотой тока (20–200 Гц); первый в мире синергетический источник для сварки TIG. Он принимал участие в разработке и проектировании наибольшего в мире тиристорного преобразователя для сталеплавильного завода Nucorsteel (Дарлингтон, США), целого ряда сварочных источников питания с цифровым управлением для процессов MIG/MAG, TIG, плазменной и ручной дуговой сварки. В числе его недавних разработок установки EWM-activArc для сварки TIG переменным и постоянным током, EWM-forceArc для сварки MAG и EWM-coldArc с высокоскоростным инвертором и микропроцессорным управлением.

Награда за лучшую статью в журнале Welding in the World (в 2012 г. вручена впервые). Награда предоставляется Международным институтом сварки за лучшую статью, опубликованную в одном из шести выпусков журнала, предшествующих ассамблее. Награду от имени коллектива авторов получил **Томас Брудер** (Германия) за статью «Изучение эффектов перегрузки под действием распределенной нагрузки в соединениях из высокопрочных сталей».

Неофициальная награда Мисс Международный институт. Наряду с вручением медалей и дипломов в официальных номинациях своеобразной традицией летних ассамблей МИС стала награда «Мисс Международный институт». Учредителем награды является Национальный комитет сварщиков Украины. В качестве награды глава украинской делегации вручает настоящее произведение искусства — титановую розу,



Академик НАНУ К.А. Ющенко вручает В. Сувилю награду «Мисс Международный институт»

изготовленную мастером производственного обучения МУАЦ ИЭС им. Е.О. Патона Г.Г. Дочкиным. Каждый год он изготавливает новую розу, поэтому каждая из победительниц в данной номинации получает уникальный подарок.

В 2012 г. председатель делегации Украины академик НАНУ проф. К.А. Ющенко вручил награду **Веронике Сувилю**, ведущей сотруднице редакции журнала Welding in the World.

● #646

15-я Международная научно-практическая конференция «Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика» 16-19 апреля 2013 г. (Санкт-Петербург)

Организаторы конференции: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, НПФ «Плазмацентр»

Тематика конференции:

- конструкционные, технологические и эксплуатационные методы повышения долговечности и надежности изделий;
- технологии наплавки, напыления, осаждения, сварки;
- технологии ремонта;
- диагностика, дефектация, мойка, очистка, восстановление размеров, обработка покрытий, окраска, консервация.

Контакты:

195112, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 68. Б/ц «Буревестник», офис 103
Тел.: +7(812)4449337, +7(921)9734674
Факс: +7(812)4449336
e-mail: info@plasmacentre.ru
www.technoconf.ru

«Weldex/Россварка 2012» представила самые прогрессивные сварочные технологии

С 23 по 26 октября 2012 г. в КВЦ «Сокольники» успешно прошла 12-я международная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «Weldex/Россварка 2012». Организатором выставки выступила компания МВК в составе международной Группы компаний ПТЕ. Выставка прошла при содействии компании «Элсвар».

«Weldex/Россварка» является традиционной площадкой для вывода новых сварочных технологий на рынок, презентаций инновационной продукции, местом встречи производителей, поставщиков и потребителей. Выставка открывает новые перспективы для бизнеса, дает возможность ознакомиться с трендами развития металлообрабатывающей отрасли и установить новые деловые контакты.

В церемонии открытия выставки приняли участие заместитель начальника управления технической политики и качества Федерального космического агентства (Роскосмос) Кирилл Борисов, руководи-

тель аппарата президента Московской торгово-промышленной палаты Владимир Лаврухин, президент Московского межотраслевого альянса главных сварщиков и главных специалистов по резке и металлообработке, генеральный директор фирмы «Элсвар» Юрий Подкопаев, президент Российского научно-технического сварочного общества (РНТСО) Олег Стеклов, директор издательства «Технология машиностроения», первый вице-президент РНТСО, член правления Союза машиностроителей России Валентин Казаков, ректор Российского государственного технологического университета имени Циолковского (МАТИ) Вадим Фролов и другие почетные гости.

В своем приветственном обращении к участникам и организаторам выставки президент Московского межотраслевого альянса главных сварщиков и главных специалистов по резке и металлообработке (ММАГС) Юрий Подкопаев подчеркнул, что уже 12-й год выставка приносит в российскую экономику самые последние технические разработки отрасли. Особую гордость, по его словам, вызывает тот факт, что «Weldex/Россварка» высоко стоит в рейтинге выставок данной тематики в мире, занимая, по некоторым оценкам, третье место после Германии и Китая. Он отметил высокие показатели посещаемости выставки. «Это значит, сварка востребована промышленностью России, — добавил он. — И мы можем с оптимизмом смотреть в будущее».

В свою очередь, заместитель начальника управления технической политики и качества «Роскосмос» Кирилл Борисов особо подчеркнул, что для российской космической промышленности тематика выставки очень важна. «Подобная площадка, которой является «Weldex/Россварка», позволяет обмениваться опытом, представлять новое уникальное оборудование, которое в дальнейшем будет решать новые интересные задачи, — отметил он. — Надеюсь, что эта площадка позволит в дальнейшем способствовать развитию нашей ракетно-космической промышленности и обеспечению надежности и качества на новом уровне».





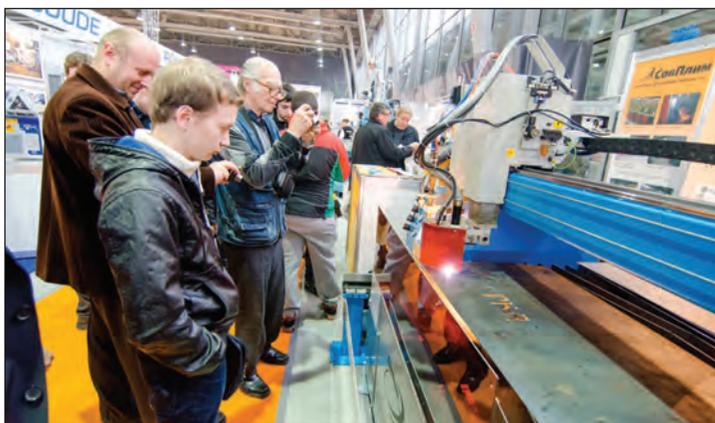
По множеству положительных отзывов участников и посетителей с уверенностью можно сказать, что «Weldex/Россварка» в очередной раз подтвердила статус одного из наиболее значимых событий отрасли, что доказывают и данные статистики. В этом году площадь экспозиции увеличилась на 35%, составив 9 454 кв. м. Количество посетителей выросло на 20% (5 317 профессионалов отрасли).

Более 250 участников из 18 стран мира продемонстрировали передовые сварочные технологии, новинки материалов и оборудования для сварки, резки, пайки и наплавки. Экспонентами «Weldex/Россварка 2012» стали мировые лидеры отрасли: «Эсаб», «Мессер Эвтектик Кастолин», «Линкольн Элекрик», «Кемппи» и многие другие. Впервые в выставке приняли участие такие компании, как «Термакат», «ТОС», «АСОиК», «Хеганес Восточная Европа», «Hyundai Welding Co LTD», «Евролюкс», «Kjellberg».

В рамках деловой программы выставки прошли научно-практическая конференция «Инновационный вклад в совершенствование сварочное производство аэрокосмического комплекса России» и выездная сессия Московской межотраслевой ассоциации главных сварщиков. Кроме того, с большим успехом были проведены конкурсы «Лучший сварщик», «Лучший инженер-сварщик» и «Мисс сварка», призванные повысить престиж рабочих профессий и поощрить специалистов-профессионалов отрасли.

На выставке была организована демонстрация художественно-декоративных изделий, выполненных методом сварки и ковки «Сварка в искусстве».

«Weldex/Россварка 2012» остается уникальной бизнес-платформой для професси-



оналов сварочной отрасли. За время работы выставки большинство участников продали оборудование и заключили контракты на будущие поставки. Посетители, специалисты отрасли, смогли завязать множество полезных контактов, способствующих развитию бизнеса, получить актуальную информацию о тенденциях рынка на ближайший год.

В 2013 г. выставка «Weldex/Россварка» будет проходить с 8 по 11 октября в КВЦ «Сокольники».

● #647

Создание и покорение суперстали

Часть 3. Катастрофы подводных лодок стимулируют развитие сварки и специальной металлургии

А.Н. Корниенко

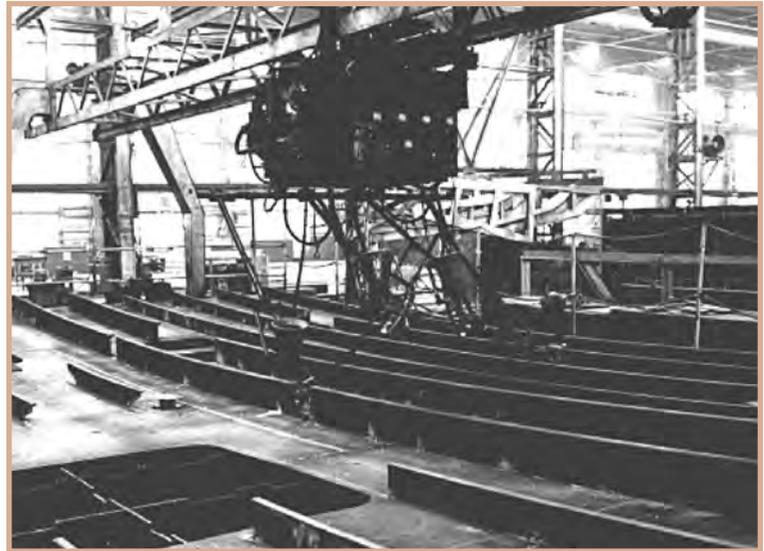
Ежегодно в мире тонут десятки судов. Причина некоторых аварий — недостаточная прочность их конструкции. А поскольку ее рассчитывают на самые жесткие, почти невероятные условия эксплуатации — при «постановке» корпуса на вершину волны и между волнами, нередко подозрение падает на плохое качество изготовления. Сварка в судостроении является одной из ведущих и завершающих технологий, и эта технология, чаще всего в сочетании с неадекватным качеством свариваемого металла, может быть причиной катастроф. Например, таких, как с американскими сухогрузами серии «Liberty» (см. «Сварщик», № 4–2012). Но особое внимание судостроители уделяют подводным лодкам, так как, помимо других нагрузок, они подвергаются всестороннему объемному сжатию, растущему при погружении на каждые 10 м на 1 атмосферу.

Судостроение является одним из основных потребителей металла высокого качества. Еще до того, как сварка вытеснила клепку почти во всех отраслях производства, в судостроении к корпусной стали предъявляли повышенные требования. Задачей металлургов было обеспечение необходимых физико-химических свойств в сочетании с такими служебными характеристиками, как коррозионная стойкость, стабильность прочностных показателей по всему объему изделия и др. В 1930-е годы Мариупольскому заводу им. Ильича было поручено выпускать толстый лист для судостроения. Требовался металл особо высокого качества. Однако снизить содержание фосфора и серы до требуемой нормы и добиться равномерного распределения примесей не удавалось, потому что в мартеновских печах шлак контактирует лишь с относительно небольшой поверхностью ванны жидкой стали. И тогда инженер-металлург А.С. Точинский предложил наводить в печи достаточное количество шлака и с возможно большой высоты сливать его в ковш вместе со сталью. Из раздробленных на отдельные капельки металла и шлака в ковше образовывалась шлакометаллическая «эмульсия». Поверхность контакта шлака с металлом возросла в десятки и сотни раз, и шлак

очистил сталь — количество нежелательных примесей было сведено до требуемого уровня. А между прочим, сталь эта была нужна для... клепаных кораблей.

Разрушение сварных конструкций вызвало дополнительные требования к металлу и недоверие к способам сварки. Впрочем, еще в начале прошлого века суда, сваренные О.Кьельбергом, В.П.Вологдиным и другими, убедительно свидетельствовали о преимуществе новой технологии соединения, в том числе и о высокой прочности. В СССР с конца 1920-х годов внедрением сварки (ручной дуговой и газовой) занялись в Ленинграде, Николаеве, Киеве, Горьком. Впервые научные обоснованные требования к корпусным судостроительным сталям в 1939 г. дал Ю.А.Шиманский. В 1942 г. в США на верфи Кайзера была внедрена автоматическая сварка под флюсом сухогрузов типа «Liberty» и др. В это время коллектив Института электросварки был занят проблемами автосварки танков, но Е.О. Патон нашел возможность написать книгу «Автоматическая сварка в судостроении». В послевоенные годы в отраслевом ЦНИИ технологии судостроения (до 1947 г. — «Оргсудпром») разворачиваются комплексные исследования техники сварки, прочности морских судов и др. Уже к концу 1940-х годов были разработаны корпусная сталь и технология сварки крейсеров проекта 68-бис (см. «Сварщик» №4–2012).

Значительное внимание судостроению продолжает уделять Е.О.Патон и ставит задачу — создать высокотехнологичные способы сварки для военного кораблестроения. Разрабатывается техника сварки корпусов на заводах «Ленинская кузница» (Киев), «Красное Сормово» (Горький), №444 (Николаев) и других. А.А. Казимиров курирует внедрение технологии, серийных автоматов и специальных шланговых полуавтоматов для сварки под флюсом судового набора, магнитных стенов, спроектированных В.Е. Патонем, П.И. Севбо и др. Одновремен-



Сварка бортовой секции с подпалубной

Автоматическая сварка под флюсом палубной секции

но в ИЭС Е.О. Патон развернул исследования, направленные на создание материалов для судостроения — экономнолегированных сталей (А.Е. Аснис) и высоколегированных сталей и сплавов (Н.И. Каховский). Для многопроходной сварки корабельных атмосферостойких сталей был создан агломерованный флюс АНК-561 (К.К. Хренов). При изготовлении блоков секций и на стапеле угловые швы сваривали в положениях, отличных от нижнего, тонкими электродами диаметром 1,0–1,4 мм рутилового типа АН-21 и др. (И.К. Походня). Со временем на многих заводах блок-секции массой 100 т и больше начали изготавливать поточным методом при комплексной механизации работы на всех позициях. Цикл строительства военных кораблей и крупнотонажного промышленного флота заметно сократился.

Основная задача по созданию специальных корпусных сталей, обладающих высокой прочностью и пластичностью, высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению коррозии и, естественно, хорошей свариваемостью была возложена на ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей». Здесь с 1949 г. исследованиями влияния пластической деформации на структуру и свойства высокопрочной корпусной стали и материалов для атомных реакторов занялся И.В. Горынин. В 1958 г. он становится заместителем директора по науке, с 1977 г. возглавляет институт. (В 1979 г. его избирают член-корреспондентом Академии наук СССР, в 1984 г. — действительным членом АН СССР). В течение нескольких десятилетий под его руководством разрабатываются высокопрочные свариваемые конструкционные материалы, в первую очередь, в соответствии с требованиями развивающегося судостроения. (Следует отметить, что Президиум АН СССР присудил И.В. Горынину премию имени

П.П. Аносова, а Российская академия наук наградила Золотой медалью им. Д.К. Чернова).

Но если с задачами строительства надводного флота как в СССР, так и за рубежом металловеды, металлурги, сварщики и другие смежники справлялись и даже работали «на опережение», то менее успешно обстояли дела со строительством подводных лодок. С каждым новым поколением возрастала проектная глубина погружения, а это означало, что с добавлением каждые 10 м давление на корпус увеличивается на 1 атм и нагрузка на 1 м² возрастает на 10 т. Поэтому для строительства подводных лодок требовался все более толстый металл с повышенными служебными характеристиками. (Следует отметить, что толстый стальной лист был необходим также для производства труб магистральных газопроводов, атомных реакторов, тяжелого и транспортного машиностроения и др.).

Причины аварий и гибели кораблей тщательно расследуются. И бывает, что комиссия обнаруживает дефекты проката и сварных соединений. Первой из неудачно сваренных подводных лодок, как бы продолжившая «традицию» «Liberty», стала атомная подводная лодка ВМФ США «Thresher» («Морская лисица») с регистрационным номером SSN-593. Опытный экземпляр нового класса субмарин отличался обтекаемыми формами и прочностью, рассчитанной на рекордное погружение до 330 м. Самая современная по тем временам подлодка не всплывая могла преодолеть 200 тыс. км, то есть совершить пятикратное кругосветное путешествие. Вооружения не было, зато на борту были три офицера с верфи, представитель штаба и семнадцать инженеров и техников, всего 129 человек. Утром 9 апреля 1963 г. из гавани Портсмута она вышла на испытания. В 7 ч 47 мин 10 апреля 1963 г. лодка погрузи-



Подводная лодка «Thresher»

лась в океан, а в 9 ч 18 мин на сопровождающем корабле был зарегистрирован мощный низкочастотный сигнал — стальной корпус не выдержал сильного давления, и подлодка развалилась на части. Корабль исчез навсегда. Почему это произошло? Такие внешние причины катастрофы, как нападение врага, встреча с НЛО, столкновение с другим кораблем, саботаж, были сразу отвергнуты.

Случай с «Thresher» — не только крупнейшая катастрофа ВМС США в мирное время. Впервые в мире затонула атомная подводная лодка. Комиссия изучила производственную документацию, исследовала почти готовые к пуску следующие корабли этой серии, расчеты заложила в ЭВМ и установила, что из-за множества нарушений любой выход на максимальную глубину мог оказаться смертельно опасным, а катастрофа была неизбежна. Контр-адмирал Остин отметил, что такой массы ошибок и недочетов с лихвой хватило бы, чтобы посадить на дно целый флот. На первом месте стояло качество сварочных работ. В частности, в многочисленных стыки трубопроводов атомного реактора, которые должны тщательно свариваться, оказались запаяны по причине их труднодоступности. Пайка же не выдерживала расчетной нагрузки. Поэтому, если в трубопроводной системе появилась хотя бы маленькая трещина, мощность насоса, поставляющего холодную

Обломки подводной лодки «Thresher»



воду для реактора, резко упала. Реактор отключился, цистерны перестали продуваться, всплытие затормозилось и, более того, лодка начала падать в глубину. Электрическому двигателю, который в аварийных случаях заменяет реактор, требуется на «разгон» от 10 до 50 с. За это время отказали практически все жизненно важные системы «Thresher», вторая попытка накачать цистерны сжатым воздухом не удалась. Как ни странно, испытания проводили на краю океанской впадины Уилкинсона — более чем двухкилометровой пропасти. Но субмарина могла развалиться, даже не достигнув проектной глубины, потому что корпусную толстолистовую специальную высокопрочную сталь сваривали многослойными швами вручную буквально какими попало электродами, не выдерживая параметры режима.

27 июня 1963 г. подводные фотосъемки с помощью глубоководного батискафа зафиксировали несколько больших стальных обломков, изогнутые металлические и пластмассовые части разной величины. Среди обломков «Thresher» не обнаружили атомного реактора, и о его состоянии до сих пор ничего неизвестно. О недостатках материала корпуса, низком качестве сварочных работ говорил на заседаниях комиссии Конгресса США адмирал Риквер: «Микротрещины в сварных соединениях прочного корпуса, изготовленного из стали НУ-80, давно беспокоили меня. Как это ни печально, но основной конструкционный материал наших атомных подводных лодок весьма склонен к усталостному разрушению в местах сварных соединений...».

Гибель дизельной подводной лодки Тихоокеанского флота СССР К-129 с бортовым номером 574, выполнявшей задачи по скрытному патрулированию, напрямую не связана со сваркой. Это был еще дизельный корабль, вооруженный баллистическими ракетами Р-13 подводного старта с ядерными боеголовками большой мощности и двумя ядерными торпедами. Однако обычный «случай» — таран американской подлодки позволяет определить оплошности и советского кораблестроения. 9 марта 1968 г. корабль не вышел на связь. В это время, в разгар боевых действий во Вьетнаме, американские ВМС тщательно прослеживали курс советских кораблей в стратегически важной части Тихого океана. Подводный ракетносец не мог бесследно раствориться в океане. Но точное место гибели корабля и 98 членов экипажа советскому командованию не

было известно. В течение 73 суток лодку искали десятки кораблей Камчатской флотилии и авиация Северного флота. Тем не менее, точное место гибели знало командование ВМФ США. Поэтому из нескольких версий о причинах гибели наиболее вероятной был таран американской подлодки «Sword-fish» («Меч-рыба»), «крутившейся» рядом с нашим кораблем. По данным разведки, в эти же дни «Sword-fish» прибыла в японский порт Йокосуко, и к ее ремонту привлекался только американский персонал.

Почти пять месяцев специалисты США тайно готовились к подъему советской подлодки, лежащей на глубине 5000 м: обследовали ее положение глубоководным батискафом, убедились в том, что корпус как будто цел, спроектировали и построили специальный док — камеру с раздвигающимся днищем и мощными захватами. Однако при подъеме подлодка разломилась в том месте, куда пришелся удар «Sword-fish», и американцам удалось поднять только часть корабля с тремя носовыми отсеками, в которых находились торпеды, но не оказалось самого главного — секретного кода. А из разломившегося отсека вывалилась ракета, и грабители ретировались, испугавшись того, что из разламывающейся лодки стартуют ракеты с ядерными зарядами (естественно, в заранее заданном направлении). Так недостаточная прочность сварных конструкций «обеспечила» сохранение тайны приборов, шифров, конструкций ракет и др.

Почему же лучшие по составам, прекрасно сваривающиеся корабельные стали иногда оказывались причиной аварий и даже катастроф подводных лодок? Дело в технологии производства полуфабрикатов — в особенностях и возможностях литья и обработки давлением (совсем как при изготовлении булатной стали).

Толстолистовая сталь прокатывается из крупных слитков или непрерывнолитых заготовок. В процессе плавки и разливки металл подвергают всевозможной обработке, физическому и химическому воздействию, и, казалось бы, отливка должна быть абсолютно пригодной для получения высококачественного проката. Для изготовления корпуса судна применяют наиболее качественные углеродистые (Ст.3С, Ст.4С, Ст.10, Ст.15, Ст.25, 15Л, 25Л) и низколегированные стали (СХЛ-4, 09Г2, СХЛ-45, 09ГДН, 08ГДНФ, 08ГДНЛ, 08ГДНФЛ), а также стали других марок, которые имеют высокую прочность, достаточную пластичность при холодной и



Подводная лодка К-129

горячей обработке, удовлетворительную свариваемость, стабильность механических свойств после разных видов обработки и при эксплуатации готовой конструкции.

Особенности традиционной металлургической технологии таковы, что чем толще прокат, тем ниже его пластичность, вязкость, сопротивление воздействию нагрузок, температур, давлений. Кроме того, все эти свойства оказываются неодинаковыми в разных направлениях, например, по толщине листа. Это потому, что толстый лист наследует от крупного слитка его химическую неоднородность и неметаллические включения, которые вытягиваются вдоль направления прокатки, образуя строчечную структуру. Стремление повысить качество толстого металла привело в 1950-60-х годах к созданию в ИЭС им. Е.О. Патона под личным руководством Б.Е. Патона ряда новых металлургических технологий, в частности, электрошлакового (ЭШП), плазменного и электроннолучевого переплавок. Так, при ЭШП рафинирование шлаками очищает металл от вредных примесей, а кристаллизация, идущая снизу вверх, обеспечивает получение хорошей структуры. Более того, в ИЭС (Б.Е. Патон, Б.И. Медовар, В.Я. Саенко, Л.Б. Медовар и др.) была реализована идея Н.Т. Гудцова, предложившего для улучшения структуры будущего слитка вводить в изложницу перед заливкой стали макрохолодильники в виде металлических стержней, пластин. ИЭС им. Е.О. Патона в содружестве с Институтом проблем литья АН УССР и рядом промышленных предприятий удалось создать принципиально новый класс металлических материалов, которые названы армированными квазимолитными материалами — АКМ. Холодные вкладыши из стали, содержащие минимум вредных примесей, способствуют увеличению скорости кристаллизации и образованию однородной дисперсной структу-

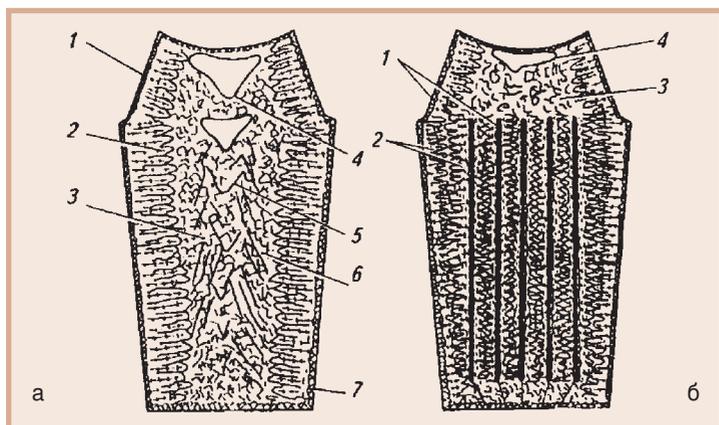


Схема строения крупнотоннажного листового слитка, отлитого по обычной технологии (а) и с внутренним кристаллизатором (б): 1 — зона мелких равноосных кристаллов; 2 — зона столбчатых кристаллов; 3 — зона крупных равноосных кристаллов; 4 — усадочная раковина; 5 — «V» ликвация; 6 — «Λ» ликвация; 7 — «конус осаждения»

ры, препятствуют развитию ликвационных процессов. При последующей прокатке толстый лист из такого слитка по свойствам соперничает с листом ЭШП, а по принципу получения многослойной стали напоминает процессковки-сварки клинков из булатной стали. Для АКМ были применены малоуглеродистые стали типа 09Г2 с добавками Nb, V, Ti, Mo, Ni: 09Г2ФБ, 09Г2БТ и пр.

Опираясь на достижения многих НИИ, КБ и предприятий, занимающихся совершенствованием материалов, судостроители решили сложнейшую проблему повышения тактико-технических характеристик подводных лодок, надежности, запаса пластичности и живучести. Началось их массовое строительство. С середины 1950-х годов ЦКБ «Рубин» (Ленинград) наращивает темпы проектирования новых подводных лодок. В 1960–1964 гг. на заводе «Севмаш» (Северодвинск) было построено первое поколение атомных подводных ракетносцев — проект 658 («Hotel»). А в целом ВМФ СССР к концу 1964 г. имел 325 дизельных и 46 атомных подводных лодок (в том числе 8 с баллистическими ракетами и 19 — с противокорабельными). Были достигнуты высокие тактико-технические характеристики. Так, подлодка К-162 проекта 661, заложенная 28 декабря 1963 г., после преодоления ряда технологических трудностей имела скорость длительного подводного хода до 44 узлов, т. е. на 10–12 узлов больше, чем у авианосцев и кораблей НАТО.

Более чем за 50 лет строительства атомных подводных ракетносцев трех поколений был достигнут значительный прогресс в их техническом уровне и боевой эффектив-

ности. Совершенствовалось ракетное и торпедное вооружение, совершенствовалась техника сварки корпусной стали. Были построены атомные стратегические подводные крейсера проектов 667А («Yankee»), 667Б («Delta I»), 667БД («Delta II»), 667БДР («Delta III»), 667БДРМ («Delta IV»). Тяжелый атомный подводный крейсер третьего поколения проекта 941 («Typhoon») с твердотопливными баллистическими ракетами с разделяющимися боеголовками лег в основу морской стратегической системы «Тайфун». Появились и новые проблемы, вызванные переходом на подводные лодки из титановых сплавов, однако это уже другая история. Всего со стапелей заводов Советского Союза сошло около тысячи подводных лодок. (Точную цифру действующих в составе ВМФ СССР на начало 1990 г. установить не удалось). В 1992 г. руководство Российской Федерации по предложению США отказалось продать Индии, КНР и ряду других стран подлодки проектов 1965–70-х годов, и более 100 лодок были выведены из строя, причем расходы на утилизацию соизмеримы с постройкой новых кораблей.

Особое внимание в России уделяется развитию материаловедения, в том числе и для судостроения. Так, Постановление правительства Российской Федерации от 29.01.2007 № 54 «О федеральной целевой программе «Национальная технологическая база» предусматривает финансирование реконструкции и технического перевооружения Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей». В соответствии с программой создано опытное прокатное производство, модернизирован участок лазерной сварки, оснащена современным оборудованием лаборатория физико-химического анализа материалов и др. В частности, поставлена задача повышения производительности и качества сварки корпусных сталей, титановых сплавов толщиной до 550 мм, использования технологии сварки под флюсом и в защитных газах высокопрочных коррозионностойких сталей, технологии наплавки новыми медно-никелевыми сплавами. Серия строящихся на ПО «Севмаш» по разработанному в ЦКБ МТ «Рубин» проекту 955 атомных подводных крейсеров стратегического назначения IV поколения должна стать основой морской составляющей стратегических ядерных сил России XXI века. ● #648

Содержание журнала «Сварщик в России» за 2012 г.

Автор	Название	№	Стр.
Kolenic F., Lechovic E.	Гибридная сварка: сочетание лазерной и MAG сварки	5	16
Бакшаев В.А., Васильев П.А., Трифонов В.П., Христофоров О.В., Кайбышев Р.О., Тагиров Д.В., Малофеев С.С.	Сварка трением с перемешиванием алюминиевых сплавов при производстве автомобильных полуприцепов	2	28
Безносков Д.В., Перин А.Г., Мезенцев А.В., Бердников А.А.	Комплекс для плазменно-дугового упрочнения прокатных валков	4	14
Бернацкий А.В.	Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности» «Металлообработка-2012»	4	58
Булдыжова М.У.	Наплавка меди и медных сплавов на сталь	1	20
Долинский В.М., Стогний В.Н., Черемская В.И.	Оценка внутренних дефектов в стыковых сварных соединениях сосудов	1	23
Зеленский С.Л., Белинский В.А., Василенко С.Л., Трэмбач Б.А., Короченко А.И., Наумова Л.Н., Костюченко Ю.И., Трэмбач И.А., Золотопупова Т.Б.	Крепление лопаток турбины бандажной лентой заклепками из стали 30X13 с применением локального нагрева	6	12
Илющенко В.М., Лысенко В.А., Петриченко В.Н.	Автоматизированная сварка монтажных стыков вертикальных цилиндрических резервуаров из рулонированных конструкций	3	24
Ишуткин В.В.	Концепция простейших систем роботизированной дуговой сварки	4	34
Ишуткин В.В.	Технологические форматы систем роботизированной дуговой сварки	5	26
Кондратьев И.А., Рябцев И.А., Кусков Ю.М.	Дуговая и электрошлаковая наплавка валков прокатных станов	1	35
Коржик В.Н., Короб М.Ф.	Механизированная линия PLAZER 30PL-W для плазменно-дугового проволочного напыления покрытий на крупногабаритные детали типа «вал»	5	13
Коржик В.Н., Короб М.Ф.	Линия PLAZER ISS-75-PL для плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности деталей мощных дизелей локомотивных и судовых двигателей	6	8
Корниенко А.Н.	Трудный путь легкого металла в ракетостроение	1-3	54, 52, 58
Корниенко А.Н.	Создание и покорение суперстали	4-6	62, 50, 48
Коробов Ю.С., Невежин С.В., Филиппов М.А., Гоголев Л.В., Илюшин В.В., Потехин Б.А.	Анализ трибологических характеристик баббитовых покрытий, полученных активированной дуговой металлизацией и альтернативными методами	3	30
Коробов Ю.С., Шумяков В.И., Филиппов М.А., Невежин С.В.	Разработка порошковых проволок для получения покрытий, стойких к изнашиванию и газовой коррозии	4	8
Коротков В.А.	Применение ремонтной сварки, наплавки и упрочнения в промышленности	4	11
Косенко П.А., Соловей Н.А., Чепурко Л.И., Коваленко Ю.Н.	Порошковая проволока для наплавки деталей из марганцовистых сталей	1	28
Кусков Ю.М., Рябцев И.А., Сарычев И.С.	Восстановление чугуных валков стана 2000 в токоподводящем кристаллизаторе	1	38
Лашенко Г.И.	Тенденции развития технологий сварочного производства	1	8
Лашенко Г.И.	Методы активизации решения творческих инженерных задач	2-4	8, 40, 38
Лашенко Г.И.	Качество реза при плазменно-дуговой резке	5	36
Лашенко Г.И.	Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением	6	18
Лебедь В.Д., Липисий В.И., Нестыкайло В.В., Зеленин В.И., Кавуненко П.М., Полещук М.А., Тисенков В.В., Бондарев С.В., Гаврилов С.А.	Эксплуатационные испытания опытных осей колесных пар, восстановленных плазменно-дуговой металлизацией	3	14
Левченко О.Г., Малахов А.Т.	Оптическое излучение при сварке и родственных процессах	2, 4	42, 48
Лилько М.М.	Раскрой круглой заготовки	3	16
Маковецкая О.К.	Ситуация на рынке основных конструкционных материалов и сварочной техники Японии	6	32
Нестеренко Н.П., Гальчун А.Н., Кондратенко В.Ю.	Оборудование для сварки встык полимерных труб нагретым инструментом	3	38
Орлов Л.Н., Голякевича А.А., Хилько А.В., Кузубов А.А., Кузубов А.А.	Наплавка валков центрифуг линий производства минерального утеплителя	5	24
Панов В.И.	Системный подход к свариваемости массивных конструкций сложной формы	4	19
Пантелеймонов Е.А., Самофалов М.В.	Применение электрических параметров режима высокочастотной сварки спиральношовных труб для организации процессов управления и контроля	5	8
Переплетчиков Е.Ф.	Опыт эффективного промышленного применения плазменно-порошковой наплавки	3	8
Перковский Р.А., Ударов И.Ю., Колупаев И.И., Усов С.Б.	Применение сварочного источника «Корд 1-250» при проведении ремонтных работ в особых условиях	2	32
Петров С.В., Рубец Д.И.	Плазменное напыление термобарьерных покрытий на стенки реактора пиролиза	1	14
Римский С.Т.	Методы контроля качества сварных швов и соединений	5	42
Римский С.Т.	Подготовка деталей и сборка конструкций для сварки в защитных газах	6	28
Романюк В.С., Семенов А.В., Ткаченко В.А., Полищук А.К., Пирумова Т.Н.	Установки УД681 и УД683 для автоматической дуговой наплавки круговых уплотнительных поверхностей в отверстиях трубопроводной арматуры	1	26
Рябцев И.А., Кусков Ю.М., Черняк Я.П., Поддубский А.И.	Восстановление деталей конусной дробилки дуговой наплавкой	1	40
Стесин В.В., Романюк В.С., Семенов А.В., Великий С.И., Полищук А.К., Белоус В.Ю.	Установка УД682 для автоматической TIG сварки листовых тел в узкий зазор с магнитным управлением дугой	2	6
Тюрин Ю.Н., Колисниченко О.В.	Электролитно-плазменная обработка изнашиваемых поверхностей подшипников скольжения	2	18
Тюрин Ю.Н., Колисниченко О.В., Тищенко А.Н.	Упрочняющая обработка металлообрабатывающего инструмента с использованием импульсно-плазменного устройства	3	26
Федоров П.Д., Смирнов Н.Я., Лихачев Д.И.	Инверторные машины для контактной микросварки	2	14
Федотов Б.В., Михайлов В.В., Трекало М.Ю.	Применение контактной точечной сварки для изготовления элементов газоочистительного устройства парового котла	2	26
Федотов Б.В., Михайлов В.В., Шарапов В.В., Золотогоров М.С., Егоров И.Н.	Применение контактной сварки для изготовления объекта энергетического машиностроения	1	18
Фень Е.К.	Влияние добавок из различных материалов на физико-механические свойства покрытий на основе Ni-Cr при газотермическом напылении	4	30
Чвертко Е.П.	Международный конгресс «Современные разработки в области сварочной науки и технологии для нужд строительства, энергетических и транспортных систем»	1	50
Чвертко Е.П.	Ассамблея Международного института сварки 2012 года	6	42
Черняк Я.П.	Наплавка деталей строительной и дорожной техники	4	24

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: **119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19, «Сварщик в России».**

565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576
577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588
589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600
601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612
613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624
625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636
637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648

Ф. И. О. _____
Должность _____
Тел. (_____) _____
Предприятие _____
Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2013 г.

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 на 2013 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 полоса	210×295	20000
1/2 полосы	180×125	10000
1/4 полосы	88×125	5000

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 (первая)	215×185	45000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	30000
2		28000
7		26000

На страницах внутренней обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
3, 1 полоса	210×295	25000
4, 1 полоса	210×295	23000
3 и 4, 1/2 полосы	180×125	12000
5 и 6, 1 полоса	210×295	22000
5 и 6, 1/2 полосы	180×125	11000

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 руб.

Прогрессивная система скидок

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

Тарифы на рекламу универсальные для журналов «Сварщик в России» и «Сварщик» (Украина). При размещении рекламно-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется 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: CD-ROM, или DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 6 — до 15.11).

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: +380 44 200-80-14, +380 50 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com
www.welder.kiev.ua, www.welder.msk.ru

Заполняется печатными буквами

Ведущий специализированный производитель порошковых проволок для сварки, наплавки и напыления.



Производственная база
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» это
единственный на Украине
комплекс с полным техно-
логическим циклом изготов-
ления порошковых проволок мощ-
ностью до 5000 тн/год.

*Качество продукции
подтверждается
количеством партнеров.*

03680, г.Киев, Украина,
ул.Боженко 15, оф.303,507

тел.(044) 200-86-97
факс.(044) 200-84-85

office@veldtec.ua
www.veldtec.ua



- ▶ 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 "Изотерм"
г. Калининград,
ул. Орудийная, 105
тел./факс (4012) 59 75 81

ООО "Альфа Арс Групп"
8-915-102-80-39
+7(49646) 5-05-76
+7(49646) 5-01-16
Pys@metizi.ru1

ООО НПП СварТехно
398007 г.Липецк, ул. Студеновская, 126
Телефоны:
(4742) 28-45-45; 27-37-36
info@svartehno.ru; svartehno@bk.ru



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,
87-100 Торунь, Польша,
т. +7 911 860 99 52
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 НАКС.



Оборудование для сварки нефте-газопроводов и других ответственных конструкций.



Выпрямители ВДУ-306МТ и Урал-мастер 300 обеспечивают:

- предварительную плавную настройку и автоматическую стабилизацию сварочного тока;
- возможность использования в тяжелых трассовых условиях;
- защиту от оседания пыли (полностью герметичные печатные платы);
- возможность использования с сетевым кабелем большой длины;
- плавное (в том числе дистанционное) регулирование тока во всем диапазоне;
- ограничение напряжения холостого хода;
- форсирование тока короткого замыкания;

- защиту от прилипания электрода;
- индикацию параметров сварки на цифровом дисплее;
- автосохранение параметров сварки при отключении питания;
- устойчивость к вибрационным нагрузкам.

Аппараты предназначены для питания одного поста ручной дуговой сварки электродом с любым типом покрытия.

Выпрямители рекомендуются использовать для сварки неповоротных стыков труб нефте- и газопроводов, и других ответственных конструкций.



Частотный постовой регулятор ЧПР-315 УРАЛ предназначен для регулирования сварочного тока одного поста ручной дуговой сварки в многопостовой системе, работающей от источника типа ВДМ (взамен балластного реостата).

- микропроцессорное управление высокочастотным силовым транзистором;
- плавное регулирование тока во всем диапазоне (в том числе дистанционное);
- стабилизация сварочного тока при колебаниях напряжения на выходе выпрямителя при смене режима работы других постов;
- плавная настройка форсирования тока короткого замыкания.

Технические характеристики:	ВДУ-306МТ	Урал-мастер 300	ЧПР-315
Напряжение питающей сети, В	3 x 380	3x400	50-85
Номинальный сварочный ток, А	315 (ПН-100%)	300 (ПН-60%)	315(ПН-100%)
Номинальное сварочное напряжение, В	32	32	32
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-350	6-300	40-315
Габаритные размеры, мм	710 x 670 x 750	560x210x400	400x195x335
Масса, кг.	180	24	11,5

Оборудование аттестовано ООО "Газпром ВНИИГАЗ" и ОАО "АК "Транснефть".

Завод сварочного оборудования ЗАО "УРАЛТЕРМОСВАР"

620017, Россия, Екатеринбург, ул. Московская, д.49, оф.67
тел/факс: +7 (343) 376-46-80, 203-14-57, 203-14-58, 203-14-59
www.uraltermosvar.ru uraltermosvar@mail.ru

Выставочные салоны-магазины "МИР СВАРКИ"

Екатеринбург, ул. Куйбышева, 4 (343) 203-17-56
Новосибирск, ул. Жуковского, 123 (383) 227-21-33 (сервис)
Тюмень, ул. Магнитогорская, 4/3 (3452) 307-947 (сервис)