

Всемирный поставщик передовых расходных материалов для резки и сварки

Thermacut®

Advanced Consumables



Год основания - 1990 (г. Кларемонт, США). С 1999 года - в составе IBC Group, Германия.

SilverEX
ELECTRODE

TungstenEX
NOZZLE

ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмБХ»
08130, с. Петропавловская Борщаговка
ул. Петропавловская, 24

Офис, Киев: +38 044 / 403 1499, 403 1599
info@binzel.kiev.ua
www.thermacut.com

Офис, Львов: +38 050 / 382 4668
Офис, Николаев: +38 050 / 333 8161
Офис, Харьков: +38 050 / 417 6068



5 (87) 2012

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

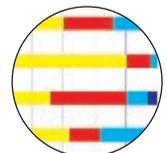
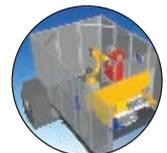
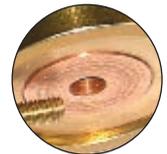
информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

5-2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	4
	Технологии и оборудование	
	Линия PLAZER ISS-75-PL для плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности деталей мощных дизелей локомотивных и судовых двигателей. <i>В.Н. Коржик, М.Ф. Короб</i>	6
	Крепление лопаток турбины бандажной лентой заклепками из стали 30X13 с применением локального нагрева. <i>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</i>	10
	Комплекс PK755-K на базе робота FANUC для дуговой МИГ-сварки деталей железнодорожных стрелочных переводов	13
	Разработка порошковой проволоки для получения покрытий, стойких к изнашиванию и газовой коррозии. <i>Ю.С. Коробов, В.И. Шумяков, М.А. Филиппов, С.В. Невежин</i>	14
	Системный подход к свариваемости массивных конструкций сложной формы. <i>В.И. Панов</i>	19
	Направления развития комбинированных технологий сварки плавлением. <i>Г.И. Лашенко</i>	24
	Комплекс для плазменно-дугового упрочнения прокатных валков. <i>Д.В. Безносков, А.Г. Перин, А.В. Мезенцев, А.А. Бердников</i>	28
	Наши консультации	33
	Экономика сварочного производства	
	Ситуация на рынке основных конструкционных материалов и сварочной техники Японии. <i>О.К. Маковецкая</i>	34
	Зарубежные коллеги	42
	Подготовка кадров	
	IX Международный конкурс сварщиков в Украине. <i>А.А. Кайдалов, А.Н. Воробьев</i>	46
	Ассамблея Международного института сварки 2012 года. <i>Е.П.Чвертко</i>	48
	Страницы истории	
	Создание и покорение суперстали. Часть 3. Катастрофы подводных лодок стимулируют развитие сварки и специальной металлургии. <i>А.Н. Корниенко</i> ...	52



Новини техніки й технологій	4
Технології й устаткування	
• Лінія PLAZER ISS-75-PL для плазмового напилювання покриттів на робочі поверхні деталей потужних дизелів локомотивних і суднових двигунів. <i>В.Н. Коржик, М.Ф. Короб</i>	6
• Кріплення лопаток турбіни бандажною стрічкою заклепками зі сталі 30X13 із застосуванням локального нагрівання. <i>С.Л. Зеленський, В.А. Белінський, С.Л. Василенко, Б.А. Трембач, А.І. Коровченко, Л.Н. Наумова, Ю.І. Костюченко, І.А. Трембач, Т.Б. Золотопупова</i>	10
• Комплекс ПК 755-K на базі робота FANUC для дугового MIG-зварювання деталей залізничних стрілочних переводів.....	13
• Розробка порошкового дроту для одержання покриттів, стійких до зношування й газової корозії. <i>Ю.С. Коробов, В.І. Шумяков, М.А. Філіппов, С.В. Невезжин</i>	14
• Системний підхід до зварюваності масивних конструкцій складної форми. <i>В.І. Панов</i>	19
• Напрямки розвитку комбінованих технологій зварювання плавленням. <i>Г.І. Лашченко</i>	24
• Комплекс для плазмово-дугового зміцнення прокатних валків. <i>Д.В. Безносков, А.Г. Перін, А.В. Мезентцев, А.А. Бердников</i>	28
Наші консультації	33
Економіка зварювального виробництва	
• Ситуація на ринку основних конструкційних матеріалів і зварювальної техніки Японії. <i>О.К. Маковецька</i>	34
Зарубіжні колеги	42
Підготовка кадрів	
• IX Міжнародний конкурс зварників в Україні. <i>А.А. Кайдалов, А.Н. Воробйов</i>	46
• Асамблея Міжнародного інституту зварювання 2012 року. <i>Є.П. Чвертко</i>	48
Сторінки історії	
• Створення й підкорення суперсталі. Частина 3. Катастрофи підводних човнів стимулюють розвиток зварювання й спеціальної металургії. <i>А.М. Корнієнко</i>	52
CONTENT	
News of technique and technologies	4
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>	6
• 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>	10
• Complex PK755-K on the basis of the robot FANUC for arc MIG-welding of details railway switch.....	13
• Development of powder wire for reception of coverings proof to wear process and gas corrosion. <i>Yu.S.Korobov, V.I.Shumyakov, M.A.Filippov, S.V.Nevzhenin</i>	14
• The system approach to weldability of massive constructions of the difficult form. <i>V.I.Panov</i>	19
• Directions of development of the combined technologies of fusion welding. <i>G.I.Lashchenko</i>	24
• Complex for plasma-arc hardening mill rolls. <i>D.V.Beznoskov, A.G.Perin, A.V.Mezentsev, A.A.Berdnikov</i>	28
Our consultations	33
Economy of welding manufacture	
• Situation in the market of the basic constructional materials and welding engineering of Japan. <i>O.K.Makovetskaya</i>	34
The foreign colleagues	42
Training of personnel	
• IX the International competition of the welders in Ukraine. <i>A.A.Kaydalov, A.N.Vorob'ev</i>	46
• Assembly of the International institute of welding of 2012. <i>E.P.Chvertko</i>	48
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>	52

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор Б. В. Юрлов

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

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

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

Редакция Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама Т. И. Коваленко

Верстка Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 287 6502, 287 6602

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

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

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

Представительство в России Москва, ООО «Центр трансфера технологий» ИЭС им. Е. О. Патона В. В. Сипко +7 499 922 6986

e-mail: ctt94@mail.ru
www.welder.msk.ru

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

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

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

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

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

Подписано в печать 09.10.2012. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 2025 от 09.10.2012. Тираж 3000 экз.

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

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

© ООО «Экотехнология», 2012

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 цилиндрично-поршневой 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.

Разработка порошковой проволоки для получения покрытий, стойких к изнашиванию и газовой коррозии

Ю.С. Коробов, В.И. Шумяков, М.А. Филиппов, С.В. Невежин

Представлены результаты разработки порошковой проволоки, покрытия из которой отличаются износо- и жаростойкостью. Рассмотрена технологичность процессов активированной дуговой и сверхзвуковой газовой металлизации и качество покрытий.

Системный подход к свариваемости массивных конструкций сложной формы

В.И. Панов

Приведена оценка свариваемости металла тяжело нагруженных массивных конструкций сложной формы из трудносвариваемых сталей, в том числе и бывших длительное время в эксплуатации. Это позволяет выполнять восстановительные работы на конструкциях с поврежденным металлом.

Комплекс для плазменно-дугового упрочнения прокатных валков

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

Рассмотрен технологический комплекс с автоматизированным управлением процесса поверхностной плазменной и электродуговой закалки калибров и шеек валков горячей прокатки с целью повышения их стойкости и продления ресурса работы.

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.

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.

Линия PLAZER ISS-75-PL для плазменного напыления покрытий на рабочие поверхности деталей потужних дизелів і судових двигунів



В.Н. Коржик, М.Ф. Короб

Описано встаткування PLAZER ISS-75-PL для нанесення плазмових зносостійких, корозійностійких, кавітаційних, жаростійких і теплозахисних покриттів на робочі поверхні гільз та інших деталей циліндро-поршневої групи деталей локомотивних дизелів і судових двигунів. Наведено схеми й технічні характеристики лінії PLAZER ISS-75-PL.

Кріплення лопаток турбіни бандажною стрічкою заклепками зі сталі 30X13 із застосуванням локального нагрівання

С.Л. Зеленський, В.А. Бєлінський, С.Л. Василенко, Б.А. Трембач, А.І. Коровченко, Л.Н. Наумова, Ю.І. Костюченко, І.А. Трембач, Т.Б. Золотопупова

Розглянуто питання підвищення надійності і якості заклепувальних з'єднань при кріпленні лопаток бандажною стрічкою, а також роль локального нагрівання в цьому процесі. Розглянуто застосовувані матеріали й режим нагрівання.

Розробка порошкового дроту для одержання покриттів, стійких до зношування й газової корозії

Ю.С. Коробов, В.І. Шумяков, М.А. Філіппов, С.В. Невежин

Представлено результати розробки порошкового дроту, покриття з якого відрізняються зносостійкістю й жаростійкістю. Розглянуто технологічність процесів активованої дугової й надзвукової газовой металізації і якість покриттів.

Системний підхід до зварюваності масивних конструкцій складної форми

В.І. Панов

Наведено оцінку зварюваності металу важконавантажених масивних конструкцій складної форми зі сталей, що важко зварюються, у тому числі й тих, що тривалий час були в експлуатації. Це дозволяє виконувати відбудовні роботи на конструкціях з ушкодженим металом.

Комплекс для плазмово-дугового зміцнення прокатних валків

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

Розглянуто технологічний комплекс із автоматизованим управлінням процесу поверхневої плазмової й електродугової загартування калібрів і шийок валків гарячої прокатки з метою підвищення їхньої стійкості й подовження ресурсу роботи.

Напрямки розвитку комбінованих технологій зварювання плавленням

Г.І. Лашенко

Проведено аналіз існуючих і визначення нових можливих напрямків удосконалювання технології зварювання плавленням на основі комбінування енергії й захисного середовища, що подаються в робочу зону. Розглянуто характеристики джерел зварювального нагрівання, комбінування джерел термічної енергії при зварюванні, види захисту розплавленого металу від повітря при різних способах зварювання плавленням.

Ситуація на ринку основних конструкційних матеріалів і зварювальної техніки Японії

О.К. Маковецька

Наведено статистичні дані про обсяг і структуру виробництва й споживання зварювальних матеріалів у Японії за останні роки. Дано показники виробництва зварювального встаткування, експорту й імпорту. Показано обсяг виробництва, поставок на внутрішній ринок і експорт промислових роботів і маніпуляторів для зварювання, а також обсяг виробництва промислових лазерів для обробки металу в 2008–2011 рр.

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

Минимальная масса изделия, кг:

динамический датчик

импедансный датчик

Минимальная толщина изделия, мм:

динамический датчик

импедансный датчик

Количество запоминаемых результатов (страниц памяти)

Рабочий диапазон

температур, °С

Питание

Габаритные размеры, мм

Масса электронного блока, кг

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. ● #1268

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.

● #1269

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.

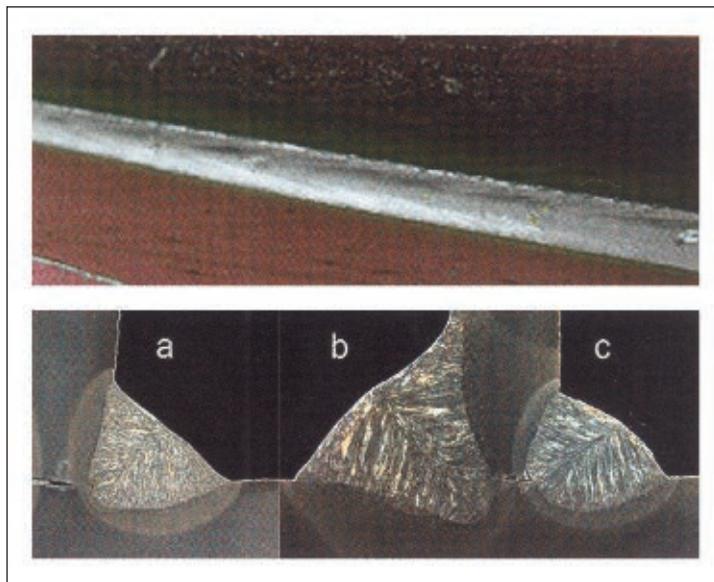
Две присадочные проволоки могут быть разного диаметра и изготавливаться из различных сплавов, одна из них может быть сплошной, а другая — порошковой. Основная идея состоит в том, что ведущая присадочная проволока используется для обеспечения надлежащего провара, а ведомая — для придания формы шва.

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 однодуговой сварке, однако его можно сократить при помощи заземления заготовки.

Для данного процесса специалистами компании Kemppi разработано оборудование Kemppi Arc Pulse TCS. В его состав входит



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

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 (рисунок). 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 Kemppi Arc 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.

• #1270

Компания Kemppi

ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2013**
на журналы «Сварщик»
и «Все для сварки. Торговый Ряд».

Подписные индексы: «Сварщик» – 22405; «Все для сварки. Торговый Ряд» – 94640 в каталоге «Укрпошта».

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.

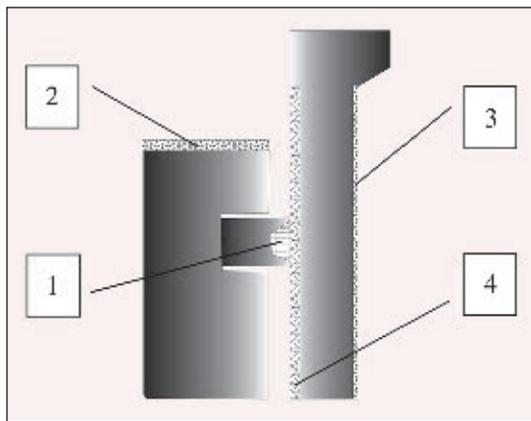


Рис. 1. Плазменные защитные покрытия на деталях цилиндропоршневой группы тяжелонагруженных дизелей: 1 — износостойкое плазменное покрытие поршневого кольца; 2 — термобарьерное каталитическое плазменное покрытие поршня; 3 — кавитационностойкое плазменное покрытие наружной поверхности втулки цилиндра;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

Плазменные защитные покрытия на деталях цилиндропоршневой 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-

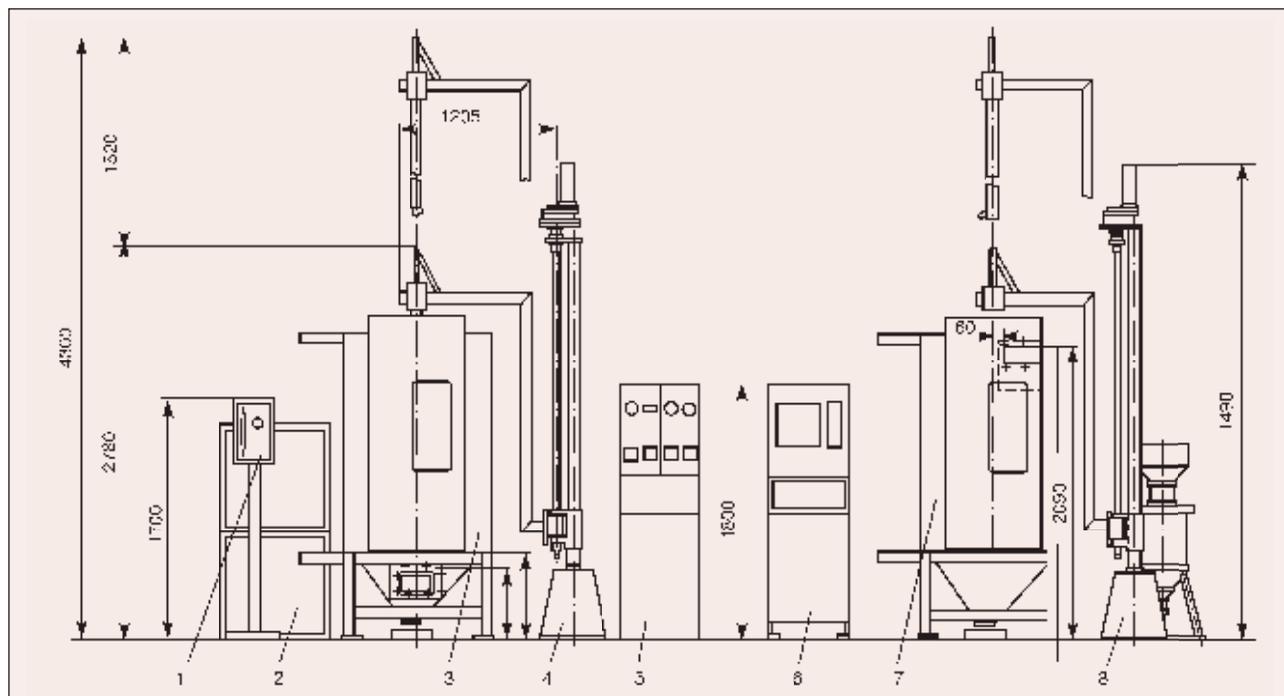


Рис. 2. Схема линии плазменного напыления покрытий PLAZER ISS-75-PL на рабочие поверхности гильз судовых и локомотивных двигателей

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

<i>Установка плазменного напыления PLAZER 80-1-PL:</i>	
<i>мощность, кВт</i>	До 85
<i>рабочий газ</i>	Воздух + пропан или метан (до 4–10%)
<i>сила тока, А</i>	150–270
<i>напряжение, В</i>	150–300
<i>Размеры деталей для плазменного напыления, мм, не менее:</i>	
<i>длина цилиндрических деталей, мм</i>	63–1904
<i>диаметр цилиндрических деталей, мм</i>	20–580
<i>длина плоских деталей, мм</i>	63–1904
<i>ширина плоских деталей, мм</i>	40–500
<i>Максимальная масса напыляемых цилиндрических деталей, кг, не более</i>	240
<i>Максимальная масса напыляемых плоских деталей, кг, не более</i>	500
<i>Скорость перемещения плазмотрона вдоль оси, мм/с</i>	5–250
<i>Скорость перемещения плазмотрона поперек оси, мм/с</i>	5–250
<i>Длина хода рабочего перемещения плазмотрона, мм</i>	2015
<i>Частота вращения напыляемой детали, об/мин:</i>	
<i>наименьшая, не более</i>	15
<i>максимальная, не менее</i>	375
<i>Скорость перемещения сопла пистолета для струйно-абразивной обработки</i>	
<i>вдоль оси, мм/с</i>	2–100
<i>Скорость перемещения сопла пистолета для струйно-абразивной обработки</i>	
<i>поперек оси, мм/с</i>	4–180
<i>Длина рабочего перемещения сопла пистолета для струйно-абразивной обработки, мм</i> ..	1700
<i>Частота вращения шпинделя для струйно-абразивной обработки, об/мин</i>	22,5–500
<i>Тип тока электрооборудования с программируемым контроллером</i> . . .	Переменный 3-фазн.
<i>Частота тока, Гц</i>	50
<i>Напряжение сети, В</i>	380
<i>Напряжение цепей управления, В</i>	24
<i>Давление сжатого воздуха в пневмосистеме (оборотного воздушоснабжения), кПа:</i>	
<i>не менее</i>	500
<i>не более</i>	800
<i>Количество раздвижных дверей в комплексе для загрузки деталей для напыления, шт.</i>	2
<i>Толщина шумозащитного слоя, мм:</i>	
<i>полимерное покрытие</i>	0,5
<i>пенопласт</i>	20
<i>базальт</i>	58
<i>стекловолокно</i>	1,5
<i>Количество окон со светофильтром для визуального наблюдения за процессом, шт.</i>	2
<i>Объем воздуха, отсасываемого аспирационной установкой, м³/ч</i>	7
<i>Наличие фильтров очистки от пыли и аэрозолей в аспирационной установке</i>	+
<i>Габаритные размеры камеры-полуавтомата для напыления</i>	
<i>(с навесными деталями) мм, не более:</i>	
<i>длина</i>	5360
<i>ширина</i>	4580
<i>высота</i>	2600
<i>Габаритные размеры камеры-полуавтомата для струйно-абразивной обработки</i>	
<i>(с навесными деталями), мм, не более:</i>	
<i>длина</i>	4900
<i>ширина</i>	3850
<i>высота</i>	2500
<i>Масса технологического полуавтоматического комплекса</i>	
<i>(без плазменной установки), кг, не более</i>	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.

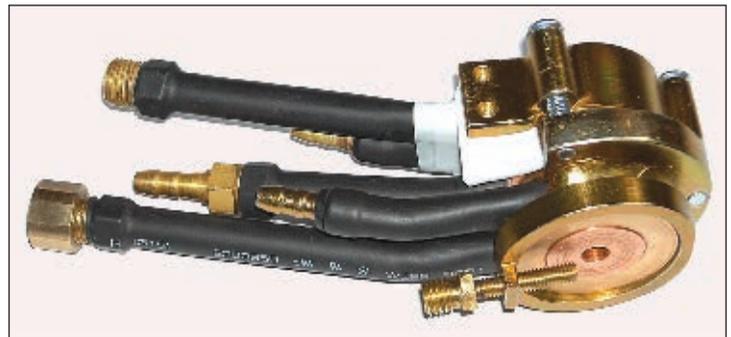


Рис. 5. Плазмотрон для напыления покрытий на внутренние поверхности гильз судовых и локомотивных двигателей



Рис. 6. Цилиндрические втулки тяжелонагруженных 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 апа-

рата 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-

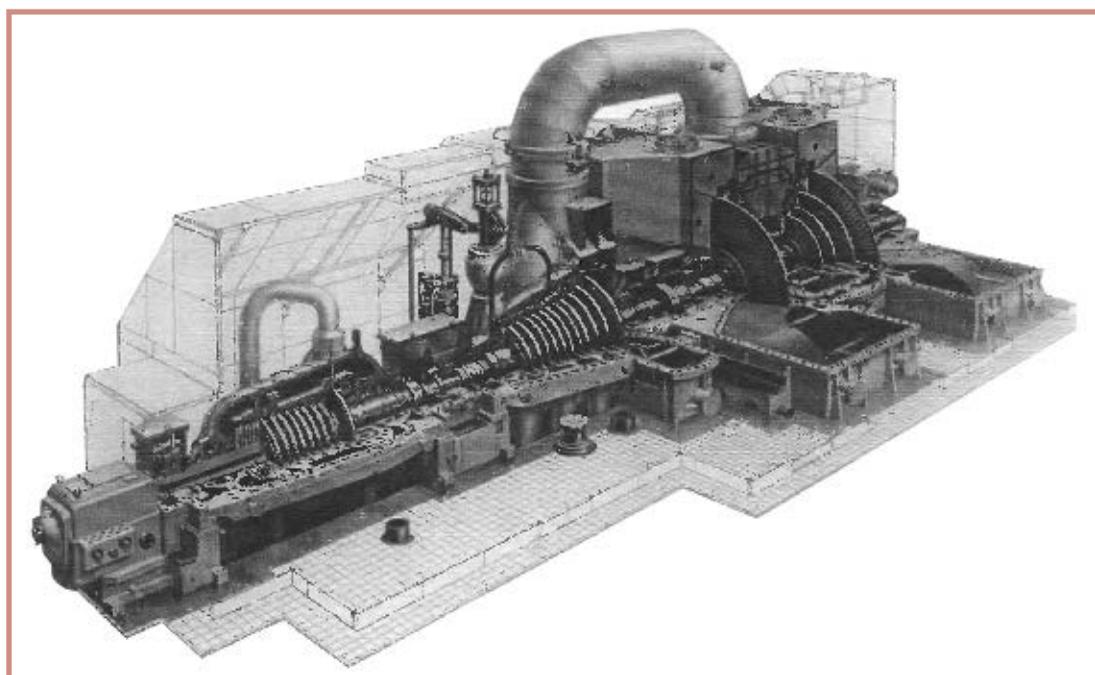


Рис. 1.
Внешний вид
турбины

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 проволоочных бандажей в турбинах с начальной температурой газа до 500°С применяют хромистые нержавеющие стали марок 20Х13, 30Х13, 40Х13. С целью повышения прочности заклепочных соединений и соответственно надежности крепления лопаток к бандажам была применена сталь 30Х13 — более прочная, чем 20Х13, и более пластичная, чем сталь 40Х13. 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-

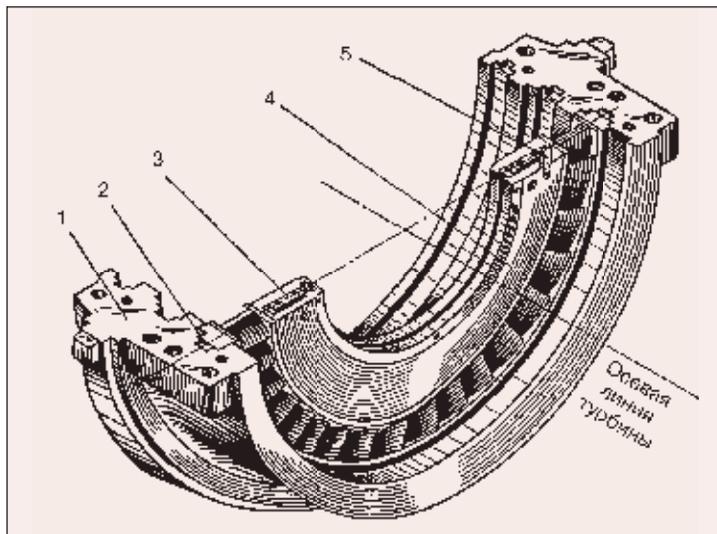


Рис. 2. Установка диафрагмы в обойму: 1 — обойма; 2 — подвеска диафрагмы; 3 — продольная шпонка; 4 — диафрагма; 5 — поперечная шпонка

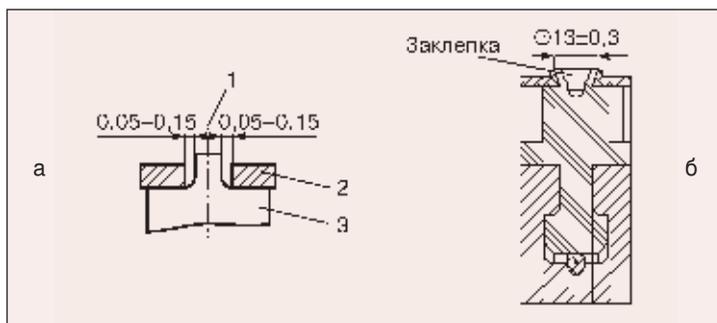


Рис. 3. Посадка бандажной ленты: а — зазоры между шипом и бандажной лентой; б — форма заклепочного соединения после расклейки (1 — шип диаметром 10 мм; 2 — бандажная лента; 3 — лопатка)

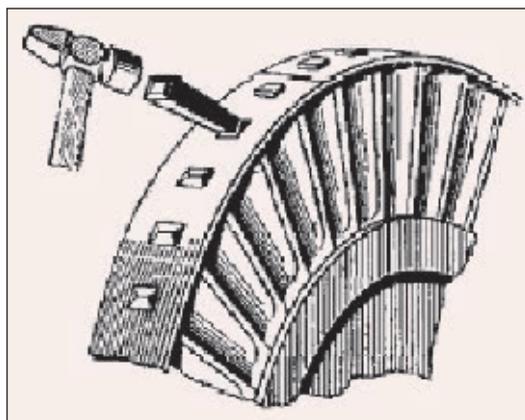


Рис. 4. Технология расклейки

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)

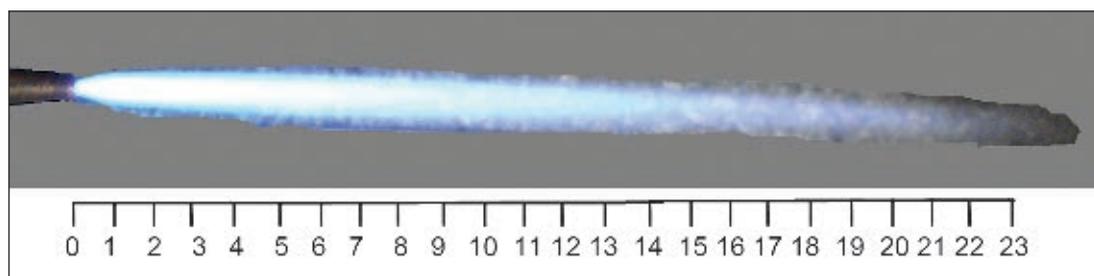
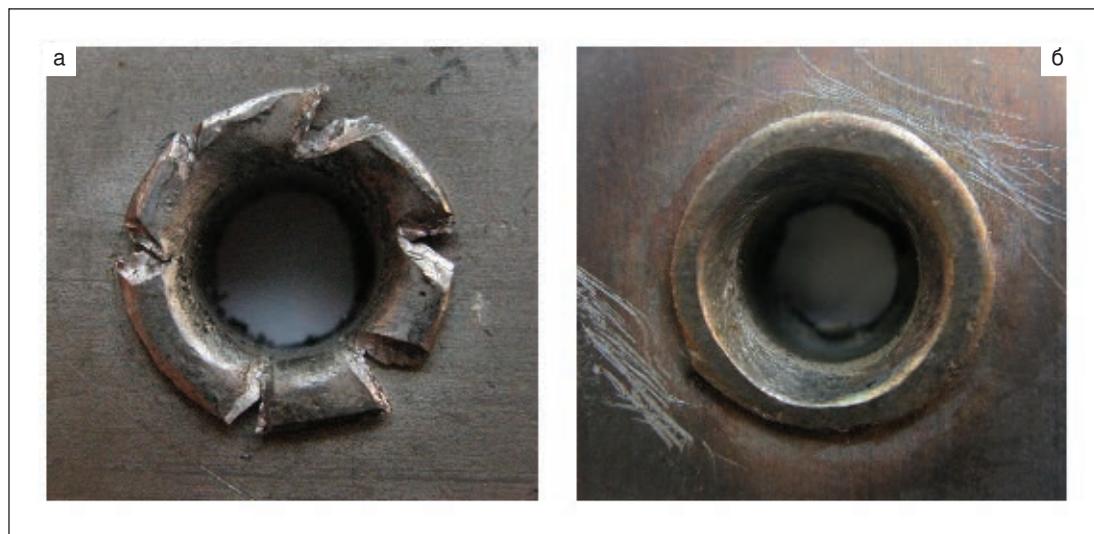


Рис. 6. Вид подогревающего факела

В процессе расклепки шипов из стали 30Х13 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 прогревать 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.

● #1272

Комплекс РК755-К на базе робота FANUC для дуговой МИГ-сварки деталей железнодорожных стрелочных переводов

Для строящегося в Казахстане (г. Экибастуз) завода по производству железнодорожных стрелочных переводов фирма «НАВКО-ТЕХ» поставила роботизированный комплекс РК755-К для МИГ-сварки деталей этих изделий — «подкладка с упором» и «подкладка с подушкой».

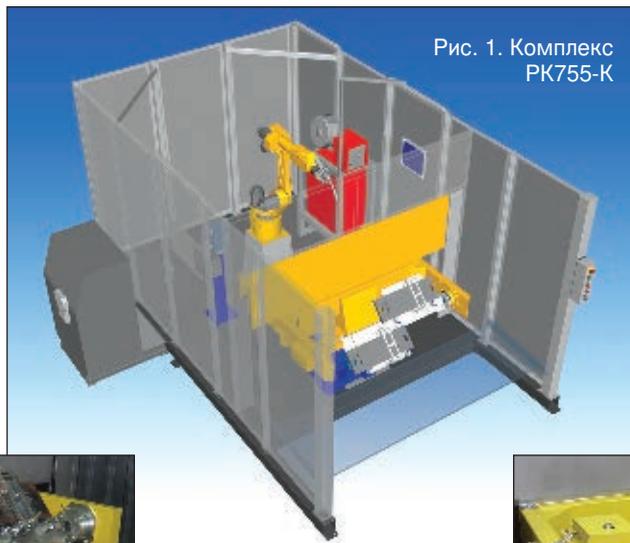


Рис. 1. Комплекс РК755-К

Принцип работы комплекса состоит в следующем. Сварщик-оператор устанавливает собранные на прихватках свариваемые детали в одной из двух позиций поворотного стола. После нажатия на пульте оператора кнопки «Пуск» планшайба стола поворачивается, и детали из позиции загрузки пере-

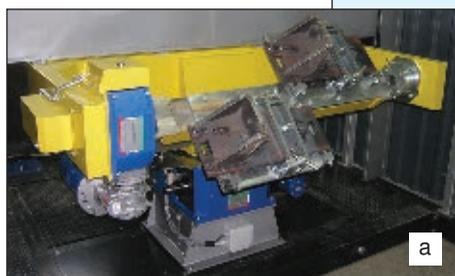


Рис. 2. Приспособления для сварки изделия типа «подкладка с упором» (а) и «подкладка с подушкой» (б)



Комплекс выполнен в виде закрытой кабины (рис. 1) с двухпозиционным поворотным столом, который позволяет совместить загрузку/выгрузку изделий в одной позиции с их сваркой в другой. На каждой позиции свариваются одновременно по два изделия (рис. 2) с их поворотом в четыре положения относительно горизонтальной оси. В комплект поставки входят два сборочно-сварочных приспособления для сборки (на прихватках) деталей перед их сваркой роботом.

В качестве промышленного робота применен робот AM-100iC (рис. 3) с устройством управления R-30iA производства фирмы FANUC Robotics. Кроме него, в состав комплекса входят: высокоточный двухпозиционный поворотный стол с двумя четырехпозиционными кантователями, сварочная оснастка (горелка, устройства ее защиты, очистки и смазки противопригарной жидкостью), комплект сварочного оборудования, сборочно-сварочные приспособления, металлоконструкции комплекса и средства безопасности.



Рис. 3. Промышленный робот фирмы FANUC Robotics, устройство очистки и смазки горелки Binzel, комплект сварочного оборудования Fronius

мещаются в позицию сварки. Сварка роботом первой группы установленных деталей выполняется по программе, предварительно записанной при обучении робота. В процессе сварки детали кантуются в положение, наиболее удобное для сварки того или иного шва. Во время сварки первой группы деталей оператор на второй позиции стола выгружает сваренные изделия и устанавливает вторую группу деталей, по окончании сварки инициирует смену позиций поворотного стола. После сварки заданной партии изделий робот по отдельной программе перемещает горелку в позицию ее очистки и смазки.

Средства безопасности исключают возможность нахождения оператора в зоне действия подвижных частей комплекса (звенья робота и планшайба стола) во время их движения.

С более подробной информацией о предприятии «НАВКО-ТЕХ» и выпускаемом им оборудовании для автоматической и роботизированной дуговой сварки можно ознакомиться на сайте <http://www.navkotech.kiev.ua>.

● #1273

Разработка порошковой проволоки для получения покрытий, стойких к изнашиванию и газовой коррозии

Ю.С. Коробов, д-р техн. наук, В.И. Шумяков, канд. техн. наук, Уральский институт сварки, М.А. Филиппов, д-р техн. наук, С.В. Невежин, УрФУ (Екатеринбург)

Для повышения ресурса машин различного назначения эффективно нанесение газотермических покрытий, стойких к изнашиванию и газовой коррозии. Нанесение покрытий из порошковой проволоки (ПП) металлизацией отличается высокой технологичностью. Лучшее качество при реализации этих процессов обеспечивает активированная дуговая и сверхзвуковая газовая металлизация. При сопоставимом качестве производительность первого процесса выше в 5–7 раз, до 15 кг/ч при напылении стали. Второй процесс удобнее для работы в монтажных условиях, поскольку в качестве энергоносителей требуется только газ. Ниже представлены результаты разработки порошковой проволоки, покрытия из которой отличаются стойкостью к изнашиванию при температурах до 200 °С (износостойкие) и к газовой коррозии при температурах до 700 °С (жаростойкие).

Износостойкая порошковая проволока. Для получения износостойких покрытий используют сплошную и порошковую проволоку из сталей мартенситного класса (типа 40X13), ПП, в шихту которой введены карбиды бора, вольфрама, хрома, а также ПП, обеспечивающие в покрытии структуру метастабильного аустенита (МСА). Материалы, содержащие углеродистый МСА в качестве структурной составляющей, отличаются экономичностью легирования, показывают высокую стойкость в различных условиях механического изнашивания (абразивного, ударно-абразивного, гидро- и газоабразивного, эрозионного, кавитацион-

ного, адгезионного, усталостного и др.). Это обусловлено тем, что при контактном нагружении поверхности энергия внешнего воздействия расходуется, в первую очередь, на преобразование микрогетерогенной структуры МСА в дисперсный мартенсит. В результате при эксплуатации повышаются твердость и износостойкость таких материалов.

Исследование материалов со структурой МСА для применения в различных областях ведется в УрФУ (ранее УПИ) с середины 1950-х годов. В настоящее время в рамках этого направления разработана и запатентована ПП для металлизации марки ППМ-6.

Ниже представлены результаты анализа фазового состава и структуры покрытий, полученных методом активированной дуговой металлизации (АДМ) с помощью порошковой проволоки, состав которой близок к составу проволоки 150X8T2. Толщина покрытия 1,0 мм, основа — низкоуглеродистая сталь. Травление продольных и поперечных шлифов производили царской водкой, микротвердость измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузках 50 и 100 г.

Металлографический анализ поперечных шлифов покрытий показал (рис. 1), что структура покрытия имеет характерный волнообразный характер расположения структурных составляющих. Покрытие имеет хорошее соединение с основанием, трещин не обнаружено, оксидный слой тонкий, есть редкие утолщения или пустоты, граница между покрытием и основанием зигзагообразной конфигурации.

Согласно рентгеноструктурному анализу, фазовый состав напыленного покрытия поверхности представляет собой совокупность металлической основы, первичных карбидов титана (TiC), карбидов хрома, а также оксидных фаз. Структура металлической основы представляет собой мартенсит и остаточный аустенит, количество последнего составляет около 50%. Микротвердость покрытия 620–820 МПа.

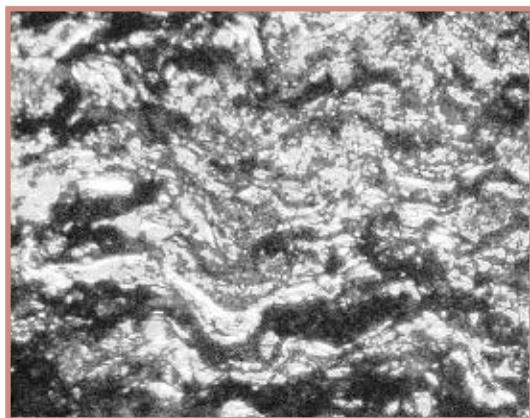


Рис. 1.
Структура АДМ-покрытия из порошковой проволоки 150X8T2, $\times 200$

Покрyтия были подвергнуты сорократной обкатке металлическим шариком диаметром 10 мм из стали ШХ15 при скорости движения 0,158 м/с. Нормальная нагрузка на образец составила 10 Н. После обкатки на рабочей поверхности количество остаточного аустенита уменьшилось до 20%, а мартенсита соответственно возросло, что указывает на метастабильность аустенита и его способность к мартенситному $\gamma \rightarrow \alpha$ превращению при рабочем нагружении. Трещин и отколов на обкатанной поверхности не обнаружено.

Микротвердость поверхности (HV_{100}) после обкатки возросла в среднем на 25–30%, до уровня 800–1100 МПа (рис. 2). Для сравнения, согласно измерениям, микротвердость до/после обкатки составила 420/500 МПа для покрытий из стали У8, 250/300 МПа – из стали 08Г2С.

Адгезионная прочность составила 40–45 МПа, что соответствует уровню для никрома, типовому материалу для подслоя. Такое значение связано, очевидно, с повышением температуры частиц за счет теплоты экзотермических реакций железа с компонентами шихты.

Полученные характеристики твердости и адгезионной прочности достаточны для обеспечения надежности покрытий на по-

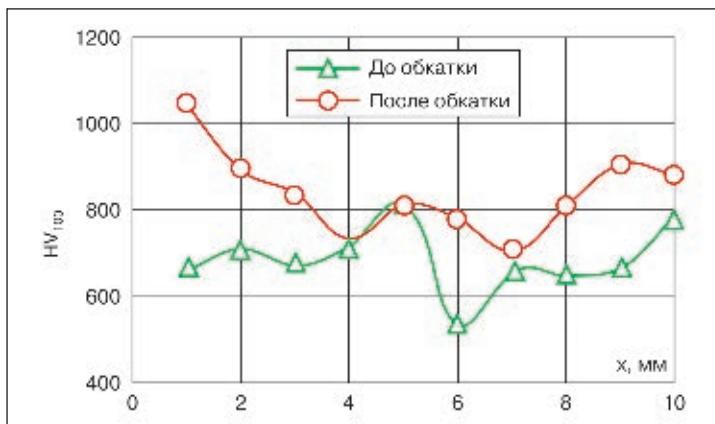


Рис. 2. Микротвердость поверхности напыленного покрытия из проволоки 150Х8Т2 до обкатки и после нее

верхностям деталей типового применения. Это шейки валов/осей под подшипники качения и скольжения, рабочие поверхности штоков гидроцилиндров, плоские направляющие. На рис. 3 показаны примеры применения покрытий со структурой МСА, полученных активированной дуговой металлизацией из проволоки ППМ-6.

Жаростойкая порошковая проволока. Для повышения жаростойкости деталей, работающих в условиях высокотемпературной газовой коррозии, например трубы топочных экранов и пароперегревателей бойлеров тепловых электростанций, применяют, в частности, нанесение защитных покрытий дуговой металлизацией системы



Рис. 3. Детали с покрытиями со структурой МСА: а — подшипниковые щиты электродвигателей диаметром 250–1200 мм («ТехНаМет», Магнитогорск); б — опора станка, на поверхности скольжения диаметром 500 мм покрытие толщиной 5 мм (Машпром, Екатеринбург); в — коленчатый вал двигателя «Камаза» (Авторемзавод, Красноярск); г — ротор электродвигателя, шейки под подшипники качения («ПермьГлобалстройсервис»)

Рис. 4. Результаты растровой электронной микроскопии Fe-Cr-Al-Ti покрытий: а — микроструктура; б — спектр; в — расшифровка спектра

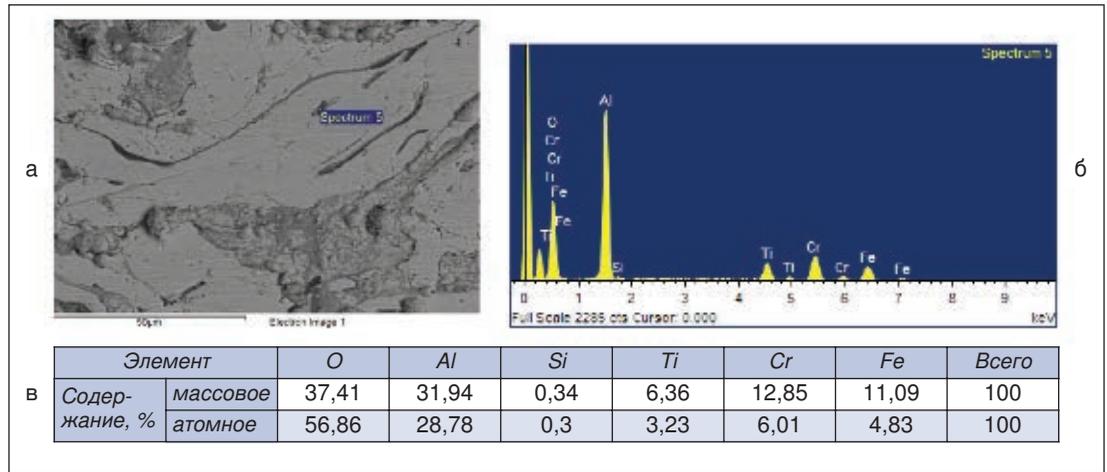
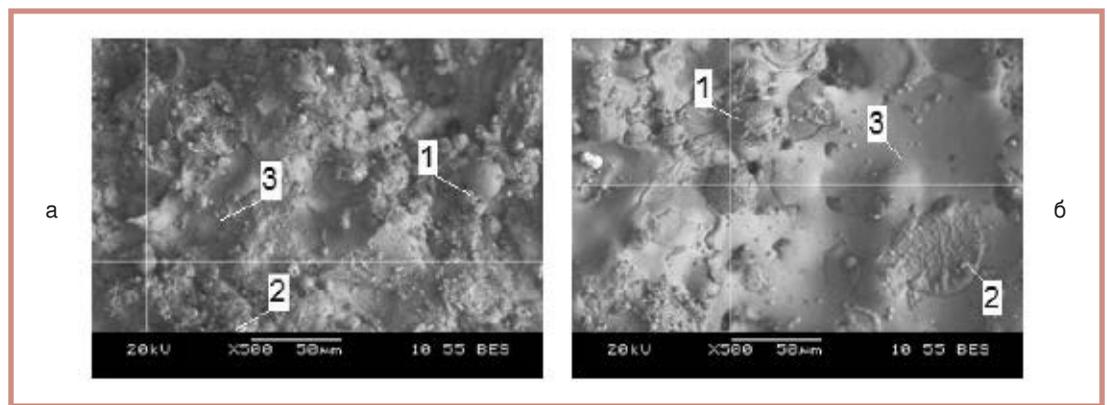


Рис. 5. Микроструктура поверхности покрытий из проволок типа Fe-Cr-Al, выдержка 24 ч, 700°С: а — Fe-Cr-Al; б — Fe-Cr-Al-Si-Ti (1 — Fe₂O₃, 2 — Cr₂O₃, 3 — Al₂O₃)



легирования Fe-Cr-Al. Их жаростойкость обусловлена формированием на поверхности оксидной пленки Al₂O₃, которая характеризуется высокой температурой плавления, химической и термической стабильностью. Однако протекание при нагреве покрытий процессов локальной высокотемпературной коррозии, диффузии кислорода и азота в подпокалинные слои приводят к снижению жаростойкости.

Авторами разработана жаростойкая ПП указанной системы легирования марки ППМ-7, в состав которой дополнительно введены кремний и титан.

Исследования показали, что введение титана препятствует развитию локальной высокотемпературной коррозии. В покрытии при этом образуются термодинамически стабильные и жаростойкие карбиды TiC. При этом предотвращается формирование железохромистых карбидов (Fe,Cr)₇C₃ и шпинелей (Fe,Cr)₂O₃, обладающих низкими защитными свойствами (рис. 4).

При нагреве за счет диффузии железа к поверхности окалины, а также диффузии кислорода и азота в подпокалинные слои происходит образование оксидов железа Fe₂O₃ и нитридов алюминия AlN, что нега-

тивно сказывается на жаростойкости покрытий. Для торможения указанных диффузионных процессов в шихту разработанной ПП был введен кремний, в результате чего образовался подпокалинный диффузионно-барьерный слой оксида SiO₂, при этом не формировались Fe₂O₃ и AlN.

Для разработанных ПП после нагрева покрытий до 700°С были проведены изучение структуры и испытания на жаростойкость. На рис. 5 видно, что в структуре преобладает оксид алюминия, его количество увеличивается при добавлении кремния и титана,

Испытания на жаростойкость проводили при выдержке в течение 24 ч при температуре 700°С. Удельная потеря массы образцов с АДМ-покрытием составила 0,4 г/(м²·ч). Это на порядок ниже аналогичных значений для перлитных и мартенситно-ферритных сталей, широко используемых в котлостроении, таких как 12Х1МФ (ГОСТ 20072) и 1Х12В2МФ (ГОСТ 5632) — 10–80 г/(м²·ч), и сопоставимо с показателем для аустенитных сталей 1Х18Н12Т и Х23Н18 (ГОСТ 5632) — 0,1–0,4 г/(м²·ч).

Представленная износ- и жаростойкая проволока освоена в серийном производстве.

● #1274



SpetsElektrod

Искусство объединять...

Сварочные электроды и сварочное оборудование.

Генеральный дистрибьютер НПП "Сварка Евразии".

г. Москва
Перовская ул., 71.
+7(495)739-50-89
+7(495)739-50-85
+7(495)739-50-84
+7(495)739-50-86

г. Санкт-Петербург
наб. Обводного канала, 120
+7(812)324-71-34
+7(812)324-71-35

г. Екатеринбург
ул. Черняховского, д. 68
+7(343)258-2292
+7(343)263-8633,

URL: www.spetselectrode.ru E-Mail: postmaster@spetselectrode.ru

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



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

Оборудование для термической обработки из Эссена

«Ваш партнер для проведения термообработки»

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

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

www.weldotherm.if.ua



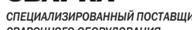
- Установки для термообработки сварных соединений серии VAS™, Standard™, Standard Europa™.
- Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.
- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.
- Расходные материалы в ассортименте (изоляция, нагревательные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

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



ТРИАДА
СВАРКА

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
 СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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

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

sales@triada-welding.com

тел.: (061) 220-00-79
 (061) 213-22-69
 факс: (061) 233-10-58
 (0612) 34-36-23

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

www.triada-welding.com



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

Разработка и изготовление оборудования

для механизированной дуговой наплавки

PM-9 —
 установка
 автоматической
 дуговой
 наплавки
 гребней
 железнодорожных
 колесных пар



PM-15 —
 универсальная
 установка
 автоматической
 дуговой наплавки
 деталей горного
 оборудования

ИЗРМ-5 —
 универсальная
 установка
 автоматической
 дуговой наплавки
 малогабаритных
 цилиндрических
 деталей



Системный подход к свариваемости массивных конструкций сложной формы

В.И. Панов, д-р техн. наук, ОАО «Уралмашзавод» (Екатеринбург)

Оценка свариваемости металла тяжело нагруженных массивных конструкций сложной формы из трудносвариваемых сталей, в том числе и бывших длительное время в эксплуатации, позволяет выполнять восстановительные работы на конструкциях с поврежденным металлом.

Анализ соответствующих документов Германии, США, Великобритании и других стран показывает, что общепринятое определение свариваемости в них отсутствует. В частности, рекомендация ISO R 581, разработанная IX Комиссией МИС «Поведение материалов при сварке», послужила основой для стандарта ISO R 581-1980. В нем отмечается, что свариваемость зависит от четырех факторов — материала, технологического процесса, типа конструкции и ее функционального назначения.

Тем не менее, общая суть понятия «свариваемость» одна — металл сварных соединений не должен иметь трещин, а его механические свойства должны соответствовать служебным характеристикам, определенным техническими требованиями чертежа, нормативно-технической документацией и т. п. Рассмотрим, насколько современное состояние понятия свариваемости отвечает требованиям ремонтной сварки массивных конструкций индивидуального тяжелого машиностроения

В подавляющем большинстве случаев восстановительные работы выполняют на конструкциях из сталей, у которых $C_{э\text{кв}} > 0,8...0,9$. Эти стали называют трудносвариваемыми и в сварных конструкциях не применяют, в связи с этим данных о их свариваемости в литературных источниках нет. Содержание углерода в этих сталях (60XH, 75XM, 9X2MФ и др.) превышает 0,45%, поэтому математические модели расчета свариваемости непригодны. В подавляющем большинстве случаев приходится пользоваться справочными данными по распаду переохлажденного аустенита.

Ремонтной сварке подвергают также металл, имеющий в силу масштабного фактора и технологической наследственности исходную поврежденность. Деграция металла увеличивается в процессе длительного производственного цикла, монтажа, при первом рабочем нагружении, эксплуатации. В некоторых случаях восстановление работоспособности разрушенных базовых деталей тяжело нагруженного оборудования необходимо выполнять при наличии трещин.

Принято считать, что при значении параметра трещинообразования $P_{\omega} < 0,286$, входящего в состав параметрических уравнений Ито — Бессею, образование трещин маловероятно. При ремонтной сварке швов большой толщины сварочными материалами типа Э50А (электроды марки УОНИ 13/55) P_{ω} составляет менее 0,185. Многопроходный шов большой толщины является слабым местом. Вероятность образования трещин в нем исключительно велика.

Конструкторско-технологическое обеспечение ремонтной сварки конструкций индивидуального тяжелого машиностроения (прессового, дробильно-размольного, экскаваторного, прокатного и других видов оборудования и машин) представляет собой документ, содержащий большое количество требований (рис. 1), и каждый раз они носят индивидуальный характер.

Основной проблемой при принятии решения о выполнении ремонтной сварки конструкций индивидуального тяжелого машиностроения является обеспечение гарантированного результата. Под ним понимается эксплуатация восстановленного оборудования в течение установленного срока, что определяется, в первую очередь, свариваемостью металла. Поэтому была разработана методика критериального многофакторного подхода к свариваемости деталей с металлом, структура которого получила ту или иную степень деграции под влиянием масштабного фактора, а также в силу принципа конструкционной и техно-

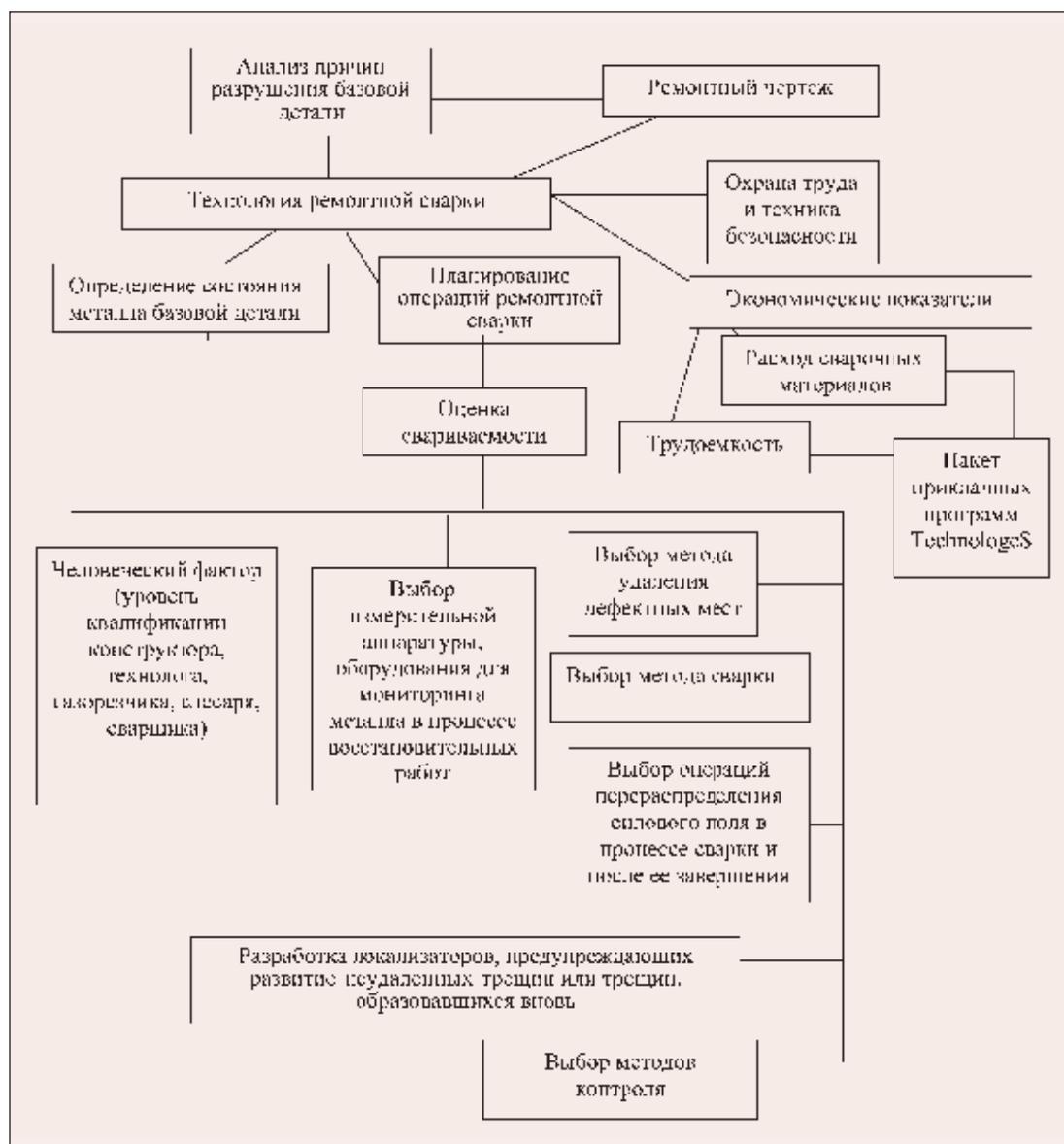


Рис. 1. Схема взаимосвязей показателей свариваемости ремонтной сваркой массивных конструкций сложной формы тяжело нагруженного оборудования

логической наследственности и эксплуатационного нагружения.

Для принятия управляющих конструкторско-технологических решений при выполнении ремонтной сварки базовых деталей тяжело нагруженных машин принят блочно-иерархический подход. Рассмотрим его на примере шагающего экскаватора.

Произведем декомпозицию: машина (шагающий экскаватор) – базовая конструкция – узел – деталь (рис. 2). Принцип иерархичности свариваемости означает структурирование представлений о ремонтируемой детали по степени детальности описаний, а принцип блочности (декомпозиции) – разделение представлений каждого уровня на ряд составных блоков с воз-

можностью отдельного поблочного проектирования.

Для начала отметим, что напряженно-деформированное состояние массивной отливки будет значительно изменяться в процессе длительного производственного цикла. В итоге перед началом сварочных работ оно будет значительно отличаться от уровня, заложенного в чертеже. Релаксация напряжений может вызвать образование трещин.

В частности, ремонтную сварку базовых деталей из трудносвариваемых сталей приходится выполнять в полевых условиях при низких температурах, когда предварительный подогрев или последующая термическая обработка практически невыполнимы.

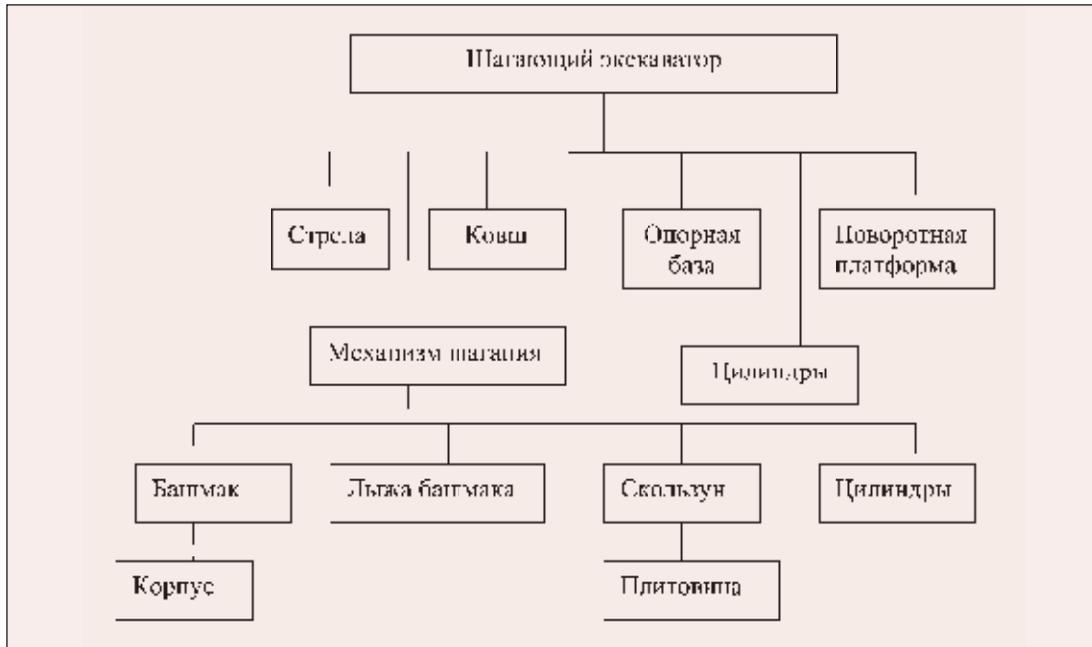


Рис. 2. Декомпозиция базовых деталей на примере шагающего экскаватора

Сварке может подлежать металл, подвергнутый в процессе эксплуатации значительной деградации — деформационному (дробильно-размольное, прессовое и др. оборудование) или термдеформационному (прессовое оборудование, тормозные шкивы буровых установок и др.) старению. В каждом случае подход к вопросам свариваемости (технологической, конструкционной и эксплуатационной прочности) будет различным. Поэтому введено понятие «функциональной свариваемости» (рис. 3, 4).

На каждом иерархическом уровне используют свои понятия системы, подсистемы и элементов. На уровне 1 (верхнем уровне) конструкция, подвергаемая сварке, рассматривается как система S , состоящая из n взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем S_i (рис. 5).

Каждый из элементов в описании уровня 1 также представляет собой сложный объект, который, в свою очередь, рассматривается как система S_i на уровне 2. Элементами систем S_i являются объекты S_{ij} ,

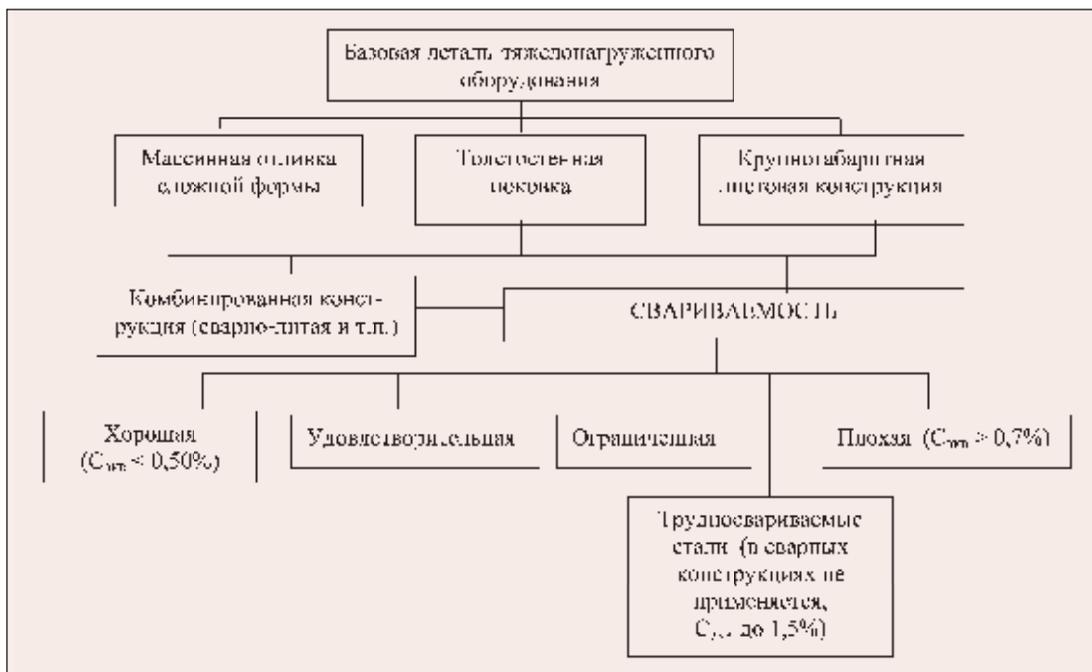


Рис. 3. Классификация групп свариваемости применительно к ремонтной сварке конструкций индивидуального тяжелого машиностроения

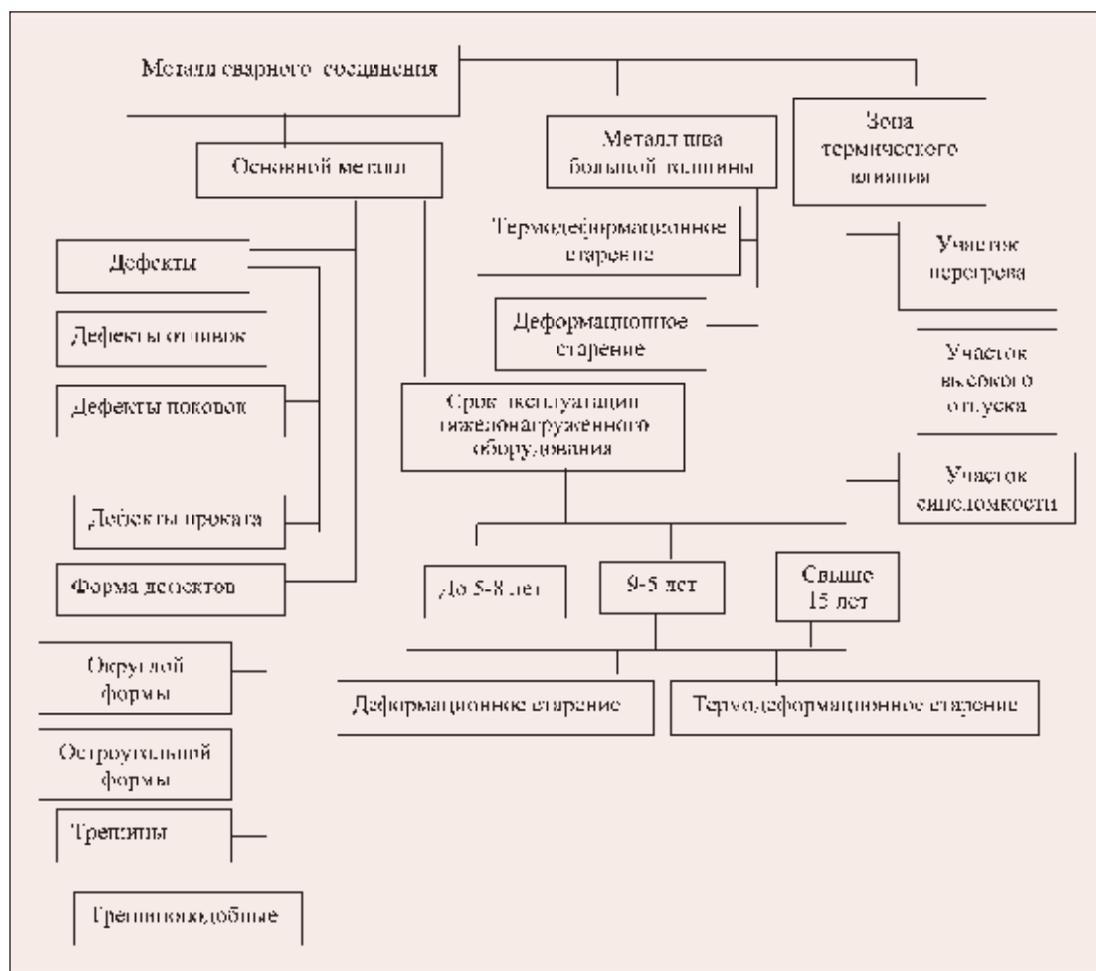


Рис. 4. Факторы, влияющие на образование холодных трещин в металле массивных конструкций сложной формы

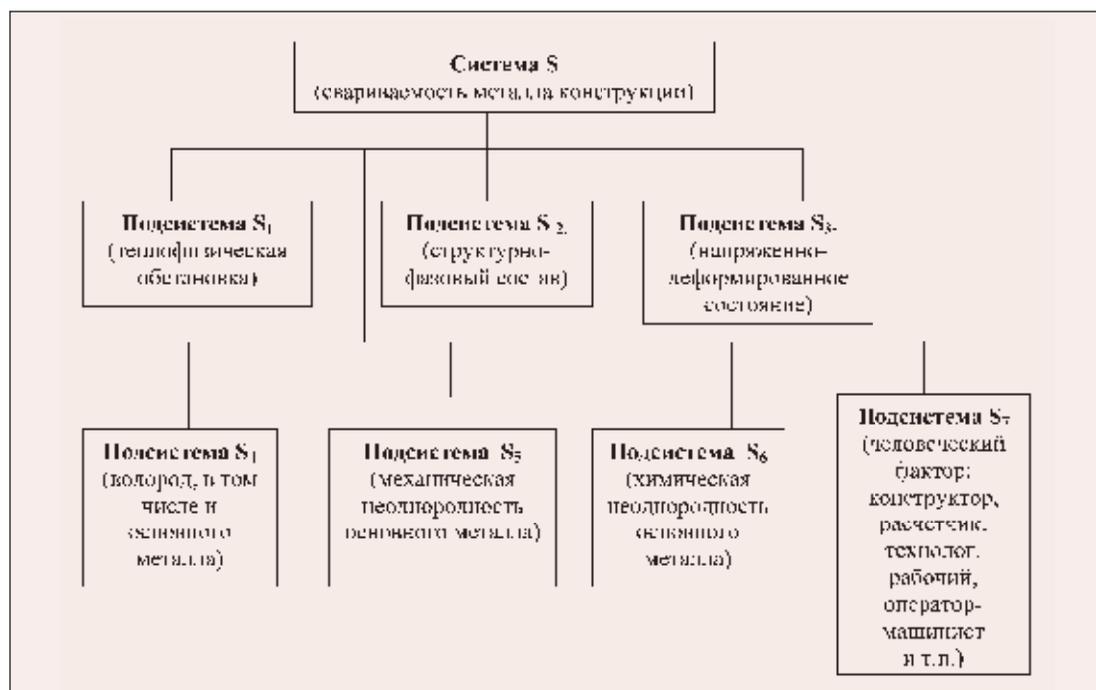


Рис. 5. Системно-иерархическая структура функциональной системы оценки свариваемости при ремонтной сварке массивных конструкций сложной формы

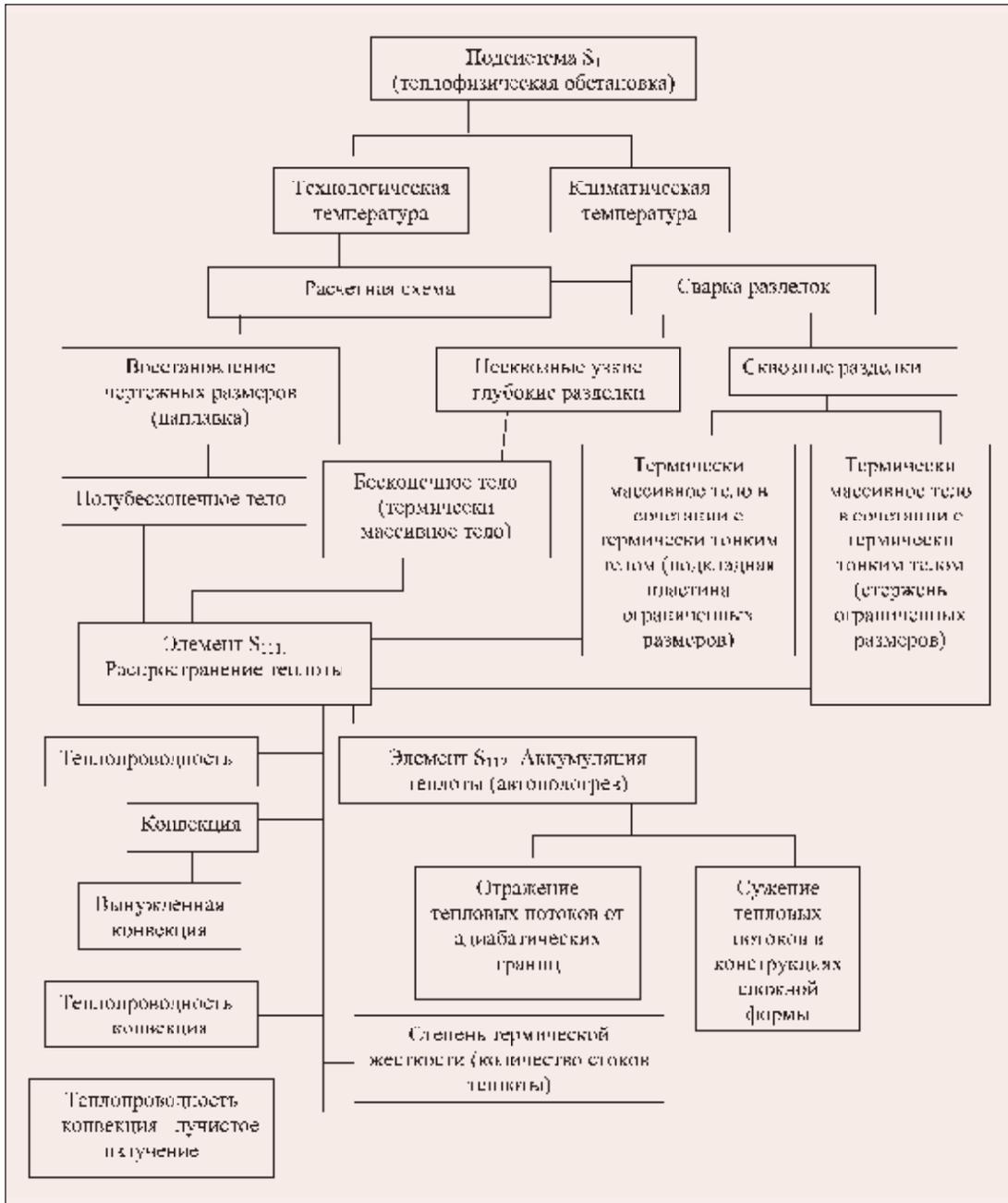


Рис. 6. Иерархический уровень теплового фактора свариваемости массивных конструкций сложной формы

$j = 1, 2, \dots, m_i$ (где m_i – количество элементов в описании системы S_i). Элементы S_{ij} выделяют по функциональному признаку. Деление элементов на уровни происходит вплоть до появления элементов, которые дальнейшему делению не подлежат. Рассмотрим это положение на примере учета теплофизической обстановки при выполнении восстановительных работ на массивных конструкциях сложной формы (рис. 6).

Ремонтную сварку конструкции тяжелонагруженного оборудования следует рассматривать как систему, имеющую иерар-

хический характер, состоящую из подсистем и элементов. Разработан универсальный подход и критерии оценки свариваемости металла массивных конструкций сложной формы тяжелонагруженного оборудования, подвергаемого ремонтной сварке. Характеристика материала «свариваемость» напрямую связана с изменением свойств (деградацией) на всех этапах его жизненного цикла, поэтому при разработке конструкторско-технологических решений целесообразно применение термина «функциональная свариваемость». ● #1275

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-

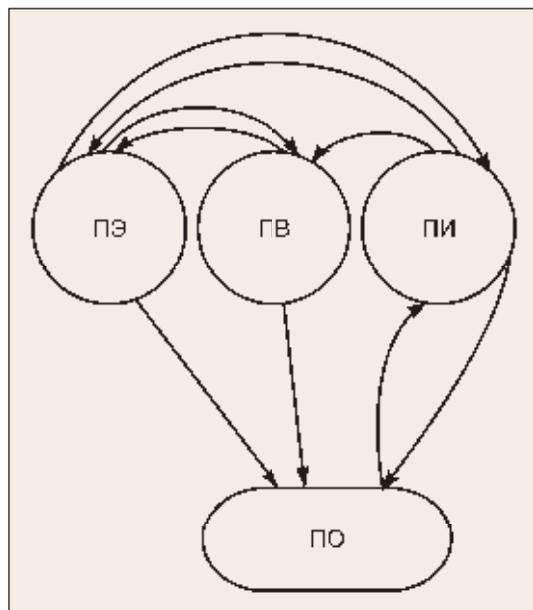


Рис. 1. Принципиальная схема реализации технологии сварки (обработки): ПЭ — поток энергии; ГВ — поток вещества; ПИ — поток информации; ПО — предмет обработки

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	6·10 ² /2·10 ²	0,55
Электрическая сварочная дуга (ЭД)	2·10 ⁵ /5·10 ¹	4·10 ⁴ /5·10 ²	0,75
Низкотемпературная плазма (НП)	10 ⁵ /10 ¹	10 ⁵ /5·10 ²	0,80
Электронный луч (ЭЛ)	10 ⁵ /10 ¹	10 ⁷ /5·10 ²	0,85
Лазерный луч (ЛЛ)	2,5·10 ⁴ /10 ¹	10 ¹⁰ /10 ²	0,05–0,10

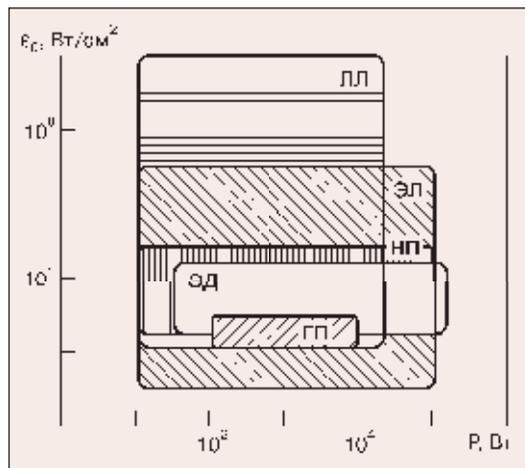


Рис. 2. Предельные характеристики различных источников сварочного нагрева

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 10⁴ 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 динамический 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 удается увеличить глубину шва по сравнению с его шириной в 2–3 раза.

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.

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>					

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. ● #1276

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	—	+	+	+	+

Примечание. Знак «+» обозначает возможность применения способа защиты; «—» — способ защиты не используется.

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



П.А. Косенко — 70 лет

19 сентября директору ДП «Опытный завод сварочных материалов» ИЭС им. Е.О. Патона, заслуженному машиностроителю Украины, дважды лауреату Премии Совета Министров СССР Петру Алексеевичу Косенко исполнилось 70 лет.

Трудовая деятельность Петра Алексеевича связана с Киевским сеточно-электродным заводом, куда он пришел после окончания в 1969 г. Киевского политехнического института. В период 1972–1977 гг. он — главный инженер завода, а в 1977 г., когда это предприятие было реформировано в ДП «Опытный завод сварочных материалов» ИЭС им. Е.О. Патона, он был назначен директором завода.

Глубокие знания, большой организаторский талант — все было направлено на развитие завода и реализовалось в модернизации производства сварочных материалов. В содружестве со специалистами ИЭС на заводе были созданы новые производственные мощности по изготовлению порошковой проволоки, керамических флюсов и других материалов для сварки, наплавки и пайки; освоено изготовление 32 марок сварочных электродов, 40 марок порошковой проволоки, 25 марок плавящих и керамических флюсов. Сегодня в цехах завода успешно эксплуатируют технологическое оборудование, разработанное и изготовленное на предприятии.

В настоящее время Петр Алексеевич Косенко руководит научно-технической, производственной и хозяйственной деятельностью завода, определяет направления развития производства, обеспечивает ритмичную работу и выполнение планов технических разработок, изготовление образцов, выпуск опытных и промышленных партий продукции. Благодаря своему высокому техническому уровню эти разработки нашли применение в различных отраслях промышленности: тяжелом и транспортном машиностроении, энергетике, мостостроении, строительстве трубопроводов и т. д. Под руководством П.А. Косенко завод стал одним из ведущих в СНГ предприятий по производству сварочных материалов.

Деятельность Петра Алексеевича отмечена правительственными наградами. Он награжден орденами «Знак Почета» и «За заслуги».

В 2001 г. за развитие наукоемких технологий и производство прогрессивных сварочных материалов он удостоен почетного звания «Заслуженный машиностроитель Украины». П.А. Косенко ведет активную общественную деятельность, являясь членом Совета Ассоциации «Электрод» и членом редакционного совета журнала «Сварщик».

Сердечно поздравляем Вас, Петр Алексеевич, с юбилеем! Желаем не останавливаться на достигнутом, продолжать творить и воплощать в жизнь все новые замыслы. Творческих успехов и благополучия Вам и Вашей семье!

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

Комплекс для плазменно-дугового упрочнения прокатных валков

Д.В. Безносков, НТИ(ф) УрФУ (Нижний Тагил), А.Г. Перин, А.В. Мезенцев, ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» (Новокузнецк), А.А. Бердников, ООО «Урал-Техно-Плазма НТ» (Нижний Тагил)

Модернизация имеющегося на предприятии оборудования, расширение его функциональных возможностей позволят сократить затраты на приобретение дополнительного оборудования для реализации нового технологического процесса, не требуют увеличения или радикальной реконструкции производственных площадей и коммуникаций. Это в полной мере относится к участку изготовления прокатных валков рельсобалочного цеха ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», где был выполнен основной этап проекта «Внедрение системы упрочнения прокатных валков».

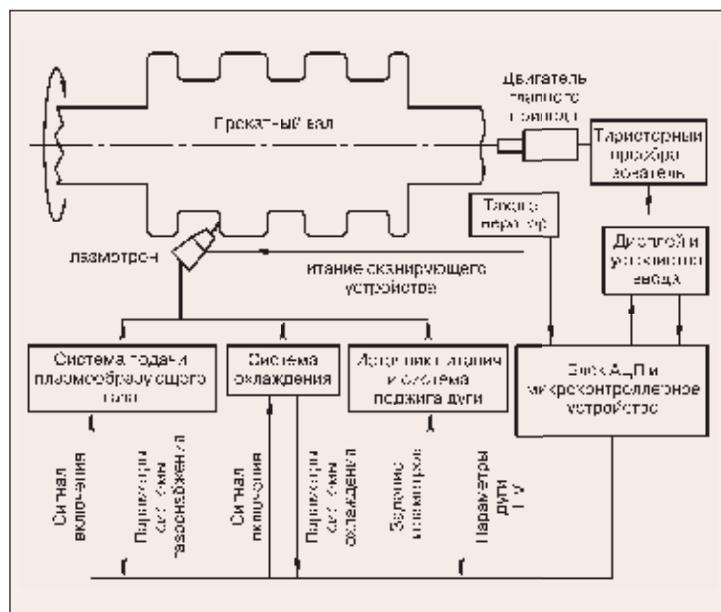
Совместно со специалистами ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», ООО «Урал-Техно-Плазма НТ» и лаборатории НИЧ НТИ(ф) УрФУ в сентябре 2011 г. был разработан, изготовлен, смонтирован и принят в эксплуатацию технологический комплекс поверхностного упрочнения чугуновых и стальных валков горячей прокатки сортовых профилей, шеек валков и бандажей ролкоправильных машин. Он создан на базе вальцетокарного станка 1К826 и универсального двухрежимного модуля — поверхностной электродуговой (ЭДЗ) и плазменной закалки (ПЗ). При работе модуля в обоих режимах используется дуга прямого дей-

ствия. Ранее запланированное размещение установки ПЗ на отдельном вальцетокарном станке было заменено интегрированием ее в уже существующую и давно работающую установку аргонодуговой закалки. Радикальные изменения конструкции узлов и электрической схемы установки выполнены с целью получения нового модуля — установки «двойного» назначения. Были разработаны и изготовлены: новое устройство сканирования (отклонения) дуги для возможности попеременной работы на имеющихся аргоновых горелках и на поставляемых плазмотронах; универсальное устройство поджига дуги (осциллятор), отвечающее требованиям обоих технологических процессов; система блокировки по давлению аргона, позволяющая использовать этот плазмообразующий газ при существующих нормах безопасности в действующем производстве. Кроме вновь разработанной системы, сохранили и адаптировали к двухрежимной работе ранее использовавшуюся систему блокировок по расходу, давлению и температуре охлаждающей горелки жидкости.

Новое программное обеспечение блоков сканирующего устройства и системы блокировки по газу позволило интегрировать все узлы установки в автоматизированную систему управления комплексом на базе программируемого контроллера фирмы Siemens серии S7-300.

Из-за больших габаритных размеров и массы закаливаемые прокатные валки устанавливаются в вальцетокарном станке, мало приспособленном для проведения этого процесса. Для обеспечения качества закаленных участков и соблюдения всех технологических режимов от оператора ПЗ и ЭДЗ требуется определенная подготовка и опыт. Система автоматизированного управления комплексом индицирует и стабилизирует все технологические параметры, осуществляет все необходимые блокировки, своевременно останавливает работу комплекса в случае аварийных ситуаций, что

Рис. 1. Структурная схема закалочного комплекса



позволяет добиться более высоких производственных показателей и упрощает работу оператора.

Закалочный комплекс (рис. 1) состоит из генератора плазменной дуги — плазмотрона (аргодуговой горелки), источника питания электрической дуги, системы поджига и сканирования дуги (рис. 2), системы подачи и регулирования расхода газа (рис. 3), системы охлаждения узлов плазмотрона (горелки) и автоматизированной системы управления с устройством ввода и вывода параметров. Все узлы комплекса имеют двухстороннюю связь с контроллером автоматизированной системы управления. В процессе работы контроллер непрерывно следит за параметрами двухрежимного модуля и механизмов станка, предупреждает о возникновении нештатных ситуаций и при выходе параметров за допустимые пределы блокирует работу комплекса, предотвращая грубое оплавление поверхности упрочняемых калибров валка или выход из строя плазмотрона. Индикация и изменение параметров осуществляются с помощью операторской панели пульта управления. Вывод текстовых сообщений о неисправностях и их подтверждение выполняется с помощью второй операторской панели на шкафу управления комплексом.

В качестве примера рассмотрим влияние на качество закаленной полосы расстояния от сопла плазмотрона до изделия. Сила тока дуги обратно пропорциональна расстоянию (при разомкнутой системе управления силой тока дуги), а расстояние прямо пропорционально напряжению дуги. В процессе закалки оператору приходится вручную ориентировать плазмотрон относительно поверхности упрочняемого калибра при непрерывном вращении детали. Постоянно поддерживать точное расстояние от сопла до изделия проблематично, особенно при закалке валков со сложным профилем калибров. При уменьшении расстояния может произойти оплавление поверхности, а при увеличении — уменьшение глубины упрочненного слоя. Закаливая валок на данном комплексе, оператор задает с пульта управления режим закалки, предусмотренный технологической инструкцией для данного валкового материала и диаметра упрочняемого участка поверхности калибра. С помощью обратной связи по напряжению дуги и вычисляемой линейной скорости в данной точке поверхности калибра валка по его диаметру корректируется сила тока.



Рис. 2. Блок поджига и сканирования дуги, смонтированный на суппорте станка



Рис. 3. Блок системы подачи и регулирования расхода аргона

Значения напряжения и силы тока дуги поступают в аналого-цифровые преобразователи (АЦП) контроллера через модули гальванической развязки. При колебаниях длины дуги, связанных с изменением профиля закаливаемого калибра, контроллер изменяет силу тока, исключая опасность оплавления поверхности или снижения глубины упрочненного слоя. Оператор и визуально может судить о стабильности горения дуги, своевременно изменяя положение (ориентацию) плазмотрона.

Для получения участков с одинаковой глубиной упрочненного слоя линейная скорость перемещения плазмотрона или горелки относительно поверхности валка должна иметь определенное и стабилизированное значение. Это обеспечивают с помощью



Рис. 4.
Калибр валка
после ПЗ

замкнутых систем регулирования скорости главного привода и скорости подачи суппорта. Оператор с пульта управления может плавно изменять скорость. К функциям контроллера относится также слежение за температурой и расходом охлаждающей жидкости, давлением и расходом аргона, заданной и фактической силой тока дуги.

Технологический комплекс позволяет закалять валки сразу после их токарной обработки. Грузоподъемность станка 1К826 обеспечивает установку на нем практически всех ремонтируемых (перетачиваемых) в УИПВ РБЦ валков. ПЗ опытных комплектов валков разных клетей для прокатки швеллеров и рельсов повысила их стойкость на 24–127% и наработку на 24–84%. На *рис. 4* показаны упрочненные ПЗ участки сложного по конфигурации пятого калибра валка предчистовой клетки для прокатки рельсов Р65.

Рис. 5.
Шейка
прокатного
валка
после ЭДЗ

Электродуговая закалка по производительности уступает плазменной в 2–3 раза



из-за меньшей ширины упрочняемой полосы и затруднена при закалке фрагментов калибров сложной конфигурации. Однако локальность нагрева дает существенные преимущества. Меньший разброс значений твердости и меньшая зона частичного отпуска при наложении полос делает ЭДЗ предпочтительной при закалке ровных цилиндрических поверхностей, например шеек валков (*рис. 5*). По глубине упрочнения она не уступает плазменной закалке. За счет высокой твердости на шейках предупреждаются поверхностные задиры и исключаются затраты на трудоемкую перешлифовку, в 2–3 раза снижается расход материалов для опорных подшипников скольжения. Таким образом, использование двухрежимного модуля закалочного комплекса и техники и экономически оправданно. Для смены режима ЭДЗ на режим ПЗ необходимо только закрепить на суппорте станка вместо аргонодуговой горелки плазматрон и переключить режим (способ) закалки в специальном окне операторской панели. При производительности поверхностной закалки 0,2–2 м²/ч комплекс обеспечивает при двухсменном режиме работы операторов упрочнение всех комплектов валков площадки №2, необходимых для выполнения годовой программы проката. При необходимости комплекс может быть использован как обычный вальцетокарный станок для токарной обработки валков с использованием одного из двух суппортов.

Использование вальцетокарного станка в качестве базового минимизировало расходы на создание комплекса плазменно-дугового упрочнения прокатных валков. Кроме того, он спроектирован с учетом возможной малозатратной модернизации двухрежимного модуля. Совершенствование автоматизированной системы управления комплексом предполагает выполнение задания и поддержание нужной линейной скорости перемещения дуги путем ввода в систему номера чертежа валка или значений диаметров упрочняемого участка поверхности.

После окончания реконструкции ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» и перехода на новые технологические схемы передела в прокатном производстве с использованием новых валковых материалов планируется завершающий этап проекта «Внедрение системы упрочнения прокатных валков» — отработка технологии, перепрограммирование двухрежимного модуля и закалка 100% валков рельсовой площадки №2.

● #1277



ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



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

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





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

Производство, поставка, сервис

МАШИНЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ:

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



- Производство электродов:
 АНО-4; АНО-21; АНО-36; VISWELD E6013
 МР-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



ISO9001:2000

Установки складання таврових балок серії HZJ

1. Довжина конструкції 6000-15000 мм
2. Ширина головки 200-1000 мм
3. Толщина листа 8-40 мм
4. Высота стелы 200-3000 мм
5. Толщина стелы 8-70 мм
6. Ширина стелы 0,5-4,5 м



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

www.migateh.com.ua



ОАО «Электромашинно-строительный завод «Фирма СЭЛМА»

ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

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



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

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

www.selma.ua

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ



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-

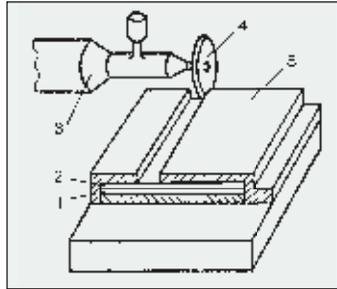


Рис. 8. Схема роликовой СТ: 1, 2 — свариваемые заготовки; 3 — шпиндель; 4 — вращающийся ролик; 5 — прижимы

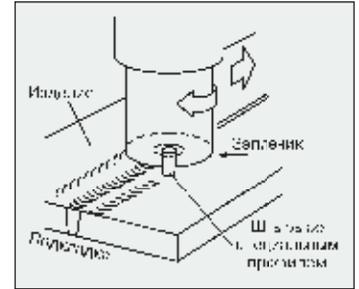


Рис. 9. Схема процесса сварки трением с перемешиванием

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

- электропромышленности при изготовлении деталей высоковольтной аппаратуры, выводов бумагомастных 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 электромоторов, токоподводы, параболические антенны, шины);
- строительная индустрия (алюминиевые мосты и трубопроводы, теплообменники и кондиционеры);
- пищевая промышленность (емкости для пива, упаковка и др.).

● #1278

Окончание. Начало в №3, 4–2012.

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 сталей, 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 сталей [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-

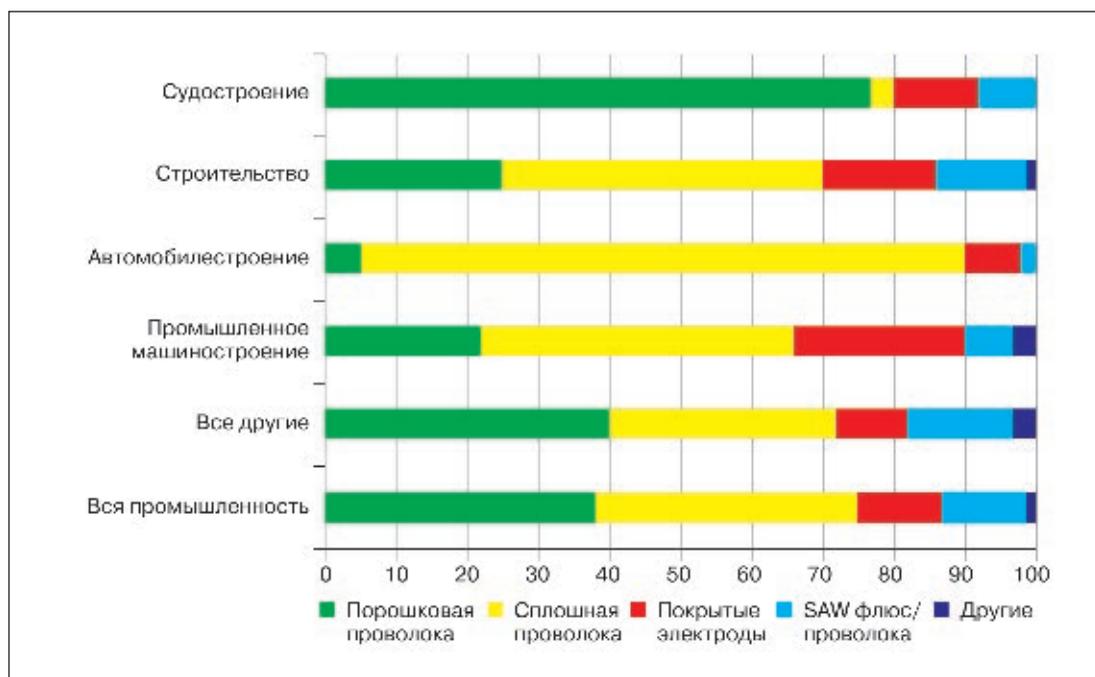


Рис. 1. Структура потребления сварочных материалов в основных отраслях промышленности и строительстве, 2009 г., %

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. Основной торговый 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 газоэлектрической 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

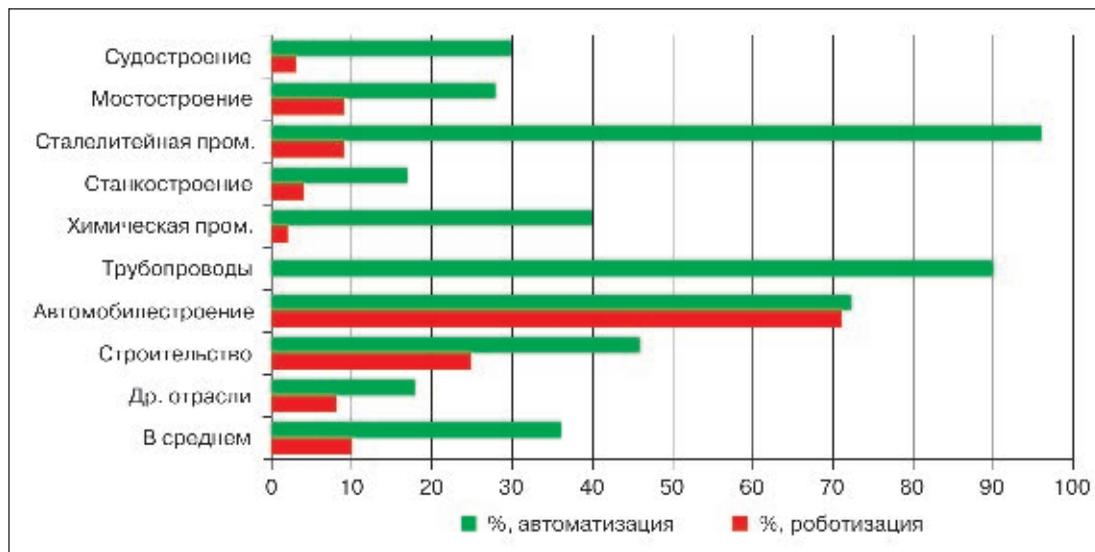
Таблица 10. Стоимостный объем производства, поставок на внутренний рынок и экспорт промышленных роботов и манипуляторов для сварки, 2009–2011 гг., млн. дол.

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 применяются 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
эксимерные 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.

● #1279

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Н.Г. Ефименко — 75 лет

Исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет инженерной, научной, педагогической и общественной деятельности доктору технических наук, профессору кафедры сварки Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» Николаю Григорьевичу ЕФИМЕНКО.

Николай Григорьевич Ефименко является одним из ведущих специалистов в области микролегирования сварных швов РЗМ. Круг научных интересов — металловедческие вопросы сварки, разработка сварочных и наплавочных материалов.

После окончания в 1967 г. Украинского заочного политехнического института по специальности «Оборудование и технология сварочного производства» Н.Г.Ефименко возглавил лабораторию сварки в отделе главного сварщика завода им. В.А. Малышева. В 1975 г. после защиты кандидатской диссертации назначен заместителем главного сварщика объединения по новым видам сварки. Он принимает непосредственное участие в освоении новой техники, разработке процессов сварки, наплавки, пайки узлов транспортных средств из жаростойких, коррозионностойких, теплостойких сталей и цветных сплавов. Руководит разработкой сварочных и присадочных материалов для сварки, пайки износостойкой наплавки.

С 1985 г. по 2004 г. возглавлял кафедру сварки Украинской инженерно-педагогической академии. В 2010 г. защитил докторскую диссертацию. Автор более 190 печатных работ, в том числе изобретений и патентов. Автор учебников для студентов сварочных специальностей: «Зварювання спеціальних сталей і сплавів», «Металознавство і термічна обробка зварних з'єднань». Н.Г.Ефименко руководит аспирантурой, является членом специализированных советов по защите диссертации Приазовского государственного технического университета и Донбасской государственной машиностроительной академии (Краматорск).

С 2012 г. он — профессор кафедры сварки НТУ «Харьковский политехнический институт».

Н.Г.Ефименко активно участвует в общественной жизни, является членом Совета Общества сварщиков Украины, председателем Харьковского областного отделения этого общества, председателем комиссии по подготовке кадров.

Сердечно поздравляем Николая Григорьевича с юбилеем, желаем здоровья, счастья, новых достижений!

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



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

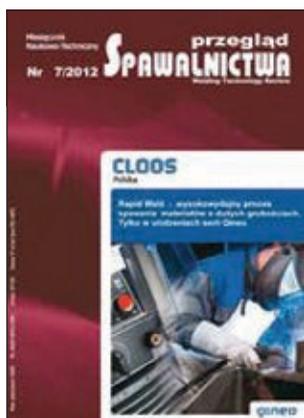
J. Czuchryj. Оценка качества промышленных изделий с помощью магнитной дефектоскопии

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

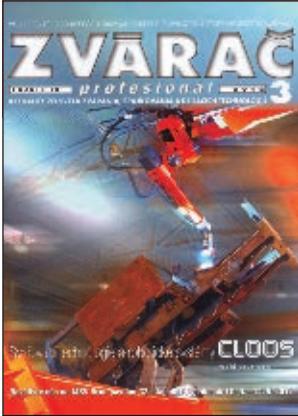
W.Zorawski, O.Bokuwka, S.Skrzypek. Трибологические свойства композиционных покрытий, нанесенных плазмой и HVOF

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

R.Pakos. Аттестация технологии сварки арматуры

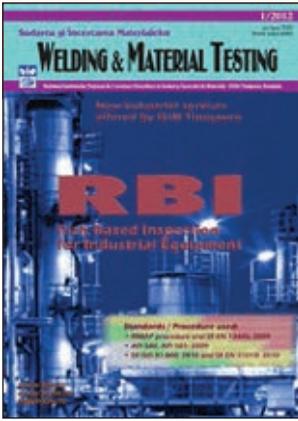
R.Pakos. Влияние способа резки на свойства кромки реза

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



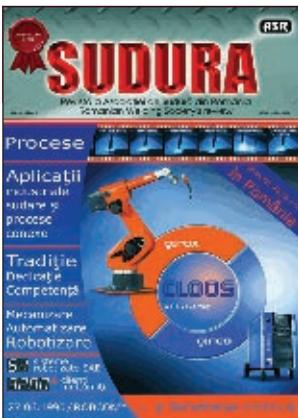
Содержание журнала «Welding & Material Testing» (Румыния) №1–2012

- 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**

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



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

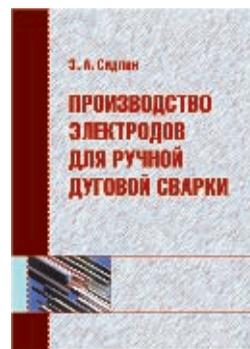
Изложены направления развития и совершенствования технического уровня сварочного производства и качества изготовления сварных конструкций. Дана характеристика современных конструкционных материалов, описаны пути повышения точности изготовления сварных конструкций, уровня механизации и автоматизации сварочного 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.

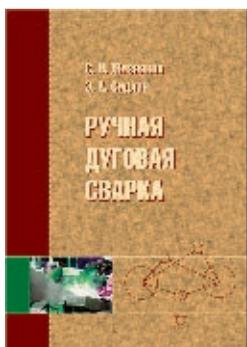
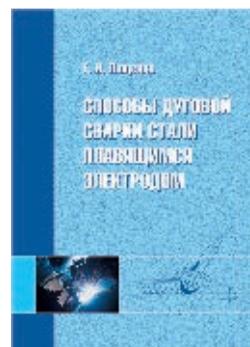
Рассмотрены основные способы плазменной наплавки. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом. Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, технологические особенности 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. Лашенко. 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.

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



ELMA EMITA

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

Установки многоточечной контактной сварки сетки

(строительной, шахтной затяжки и еврограждений)



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



АНО-36 СУПЕР

РЕЗУЛЬТАТ ПРЕВЗОЙДЕТ ОЖИДАНИЯ

**ВЫСОКОЕ
КАЧЕСТВО**

плюс

**низкая
цена**



Диаметр
3,0 и 4,0 мм

Со склада
в Киеве

Доставка
заказчику

АНО-36 СУПЕР —

электроды по цене производителя

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



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



KEMPPY

The Joy of Welding

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛИДЕРА В ОБЛАСТИ СВАРКИ ФИНСКОЙ КОМПАНИИ KEMPPY OY

- Инверторы для MMA.
- Сварочные полуавтоматы MIG/MAG.
- Аппараты для сварки TIG.
- Роботизированные комплексы.
- Специальные разработки для судостроения и тяжелой промышленности.



Компания
«ВИСТЕК» —
официальный представитель в Украине.

Продажа, техническая поддержка, оригинальные запчасти, ремонт.
Гарантия — 2 года. Авторизованная сервисная мастерская.

Внимание, новинки 2012 года!

Новые линейки аппаратов Minarc EVO, Kempact RA, MagTrac
Подробности на нашем сайте: www.vistec.kiev.ua

01033 Киев, ул. Жилианская 30-а
www.vistec.kiev.ua

т. (044) 569-5656, ф. 569-5657
e-mail: yuriy_z@vistec.kiev.ua

IX Международный конкурс сварщиков в Украине

Ежегодный IX Международный конкурс профессионального мастерства сварщиков состоялся в Одессе с 13 по 17 августа 2012 г. Организатор конкурса — Общество сварщиков Украины (ОСУ). Председатель оргкомитета — вице-президент ОСУ д-р техн. наук А.А. Кайдалов, зам. председателя — председатель правления Одесского областного отделения ОСУ А.Н. Воробьев.

Конкурс проходил на учебно-аттестационной базе ОИАЦ «Прометей» по следующим номинациям: ручная дуговая сварка покрытым электродом (метод 111), дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (метод 135), дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (метод 141). Был также проведен конкурс в дополнительной номинации — сварка методом 135 на новом сварочном аппарате, разработанном НПФ «Сварконтакт» (Харьков).

В конкурсе приняли участие сварщики из Украины, Республики Беларусь и Российской Федерации — всего 37 человек с 21 предприятия. Председатель жюри конкурса — директор НПЦ «Сварка и восстановление деталей» (Одесса) канд. техн. наук В.И. Дегтярь.

Финансовую поддержку конкурсу оказали АО «Одесский припортовый завод», ПАО «Азот» (Черкассы), НПЦ «Сварка и восстановление деталей» (Одесса), ООО «Фрониус Украина» (Киевская обл.), ООО «ЭСАБ Украина» (Киев), ООО «Бинцель Украина» (Киев), ЧАО «Восток-сервис Украина» (Киев).

Призы победителям, призерам и дипломантам конкурса предоставили такие украинские фирмы и организации, как ООО «ЗМ Украина», (Киев), ООО «Фрониус Украина» (Киевская обл.), ООО «ЭСАБ Украина» (Киев), МЧП «Далет» (Одесса), ООО НПФ «Сварконтакт» (Харьков), завод автогенного оборудования «ДОНМЕТ» (Краматорск), фирма «Плазмотехнология» (Одесса), ЧАО «Восток-сервис Украина» (Киев).

Конкурсанты состязались как в выполнении практических заданий по сварке стальных пластин и труб, так и в знании теории, нормативных положений и техники безопасности.

Победители и призеры конкурса:

- **номинация 111:**

1-е место — А.В. Булыга (ОАО «Белтрансгаз», Минск, Республика Беларусь);

2-е место — Р.Г. Гарин (ООО «Карат», Ачинск, Российская Федерация);

3-е место — С.А. Тихонов (АО «Одесский припортовый завод», Южный, Украина), А.В. Король (ОАО «Брестоблгаз», Брест, Республика Беларусь).

- **номинация 135:**

1-е место — А.В. Волочай (ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», Кременчуг, Украина);

2-е место — В.А. Медник (ОАО «Беларуськалий», Солигорск, Республика Беларусь);

3-е место — С.Н. Силюк (РУП «Брестэнерго», Белоозерск, Республика Беларусь).

- **номинация 141:**

1-е место — И.Л. Немченко (ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод», Краматорск, Украина);

2-е место — Р.Г. Гарин (ООО «Карат», Ачинск, Российская Федерация);

3-е место — В.И. Шкарбута (ПАО «Азот», Черкассы, Украина), А.С. Масловский (ОАО «Гродно Азот», Гродно, Республика Беларусь).

В дополнительной номинации конкурса, введенной оргкомитетом по предложению ООО НПФ «Сварконтакт», выполнялась дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах с помощью нового сварочного аппарата ВИСТ-500С и подающего механизма ПДГ-500-4С с целью выявления их достоинств и недостатков. Конкурсанты сваривали по два образца из стальных пластин толщиной 10 мм: тавровое соединение вертикальным угловым швом и стыковое соединение в нижнем положении на весу. По окончании работы конкурсанты заполнили анкеты с отзывами о работе нового сварочного аппарата, созданного в ООО НПФ «Сварконтакт».

Победителями и призерами в дополнительной номинации стали:

1-е место — Р.Г. Гарин (ООО «Карат», Ачинск, Российская Федерация);



2-е место — Д.Ю. Алюшкевич (ПРУП «Гродноблгас», Гродно, Республика Беларусь);

3-е место — А.В. Волочай (ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», Кременчуг, Украина).

Им были вручены призы от ООО НПФ «Сварконтакт» и фирмы «Плазмотехнология».

По решению ОИАЦ «Прометей» за лучшее качество выполненных сварных швов награждены Международным сертификатом Bureau Veritas сварщики:

А.В. Волочай (ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», Кременчуг, Украина);

Р.Г. Гарин (ООО «Карат», Ачинск, Российская Федерация);

Д.Ю. Алюшкевич (ПРУП «Гродноблгас», Гродно, Республика Беларусь).

В этом году оргкомитет при поддержке спонсоров учредил приз за лучшие командные результаты. Сварочной маской типа «Хамелеон» награжден руководитель команды из Ачинска Красноярского края Российской Федерации А.Н. Стесиков (ООО «Карат»).

На техническом семинаре для конкурсантов и гостей были представлены подробные доклады о средствах индивидуальной защиты сварщиков, абразивных материалах и инструментах производства компании

«3М» (ООО «3М Украина», Киев); о сварочных аппаратах и технологических процессах сварки, разработанных в компании «Фрониус» (ООО «Фрониус Украина», Киевская обл.); о новых сварочных горелках (ООО «Бинцель Украина», Киев); о новом инверторном источнике питания для дуговой сварки (ООО НПФ «Сварконтакт», Харьков); о спецодежде, спецобуви и других средствах охраны труда (ЧАО «Восток-сервис», Киев); о художественной сварке (Общество сварщиков Украины, Киев).

Для и гостей конкурса были организованы экскурсии по Одессе и прогулка на яхте.

Подготовка и проведение конкурса сварщиков были организованы на высоком уровне. Работа конкурса освещалась местным телевидением. Информация о конкурсе приведена также на сайте Одесского областного отделения Общества сварщиков Украины www.tzu.od.ua.

Следующий конкурс сварщиков состоится в июле-августе 2013 г.

А.А. Кайдалов,

докт. техн. наук, вице-президент
Общества сварщиков Украины,

А.Н. Воробьев,

председатель Одесского областного
отделения Общества сварщиков Украины

● #1280

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 припой, 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. Девиса 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 проведение 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 асамблее. 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 асамблей 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.

● #1281

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ



О.Г. Левченко, В.Д. Воробьев, Ю.И. Шульга, А.О. Левченко, А.О. Лукьяненко. Средства защиты сварщиков: Каталог. — К.: «Екотехнологія», 2012. — 136 с.

Каталог составлен по материалам, предоставленным производителями средств защиты сварщиков. Состоит из 10 разделов, в которых приведены классификация средств защиты сварщиков, общие сведения о продукции, ее технические характеристики, отличительные черты, информация об эксплуатации средств защиты. В приложениях к каталогу приведены сводные данные об отечественных и зарубежных производителях (названия организаций, адреса, телефоны, электронные адреса), перечень средств индивидуальной защиты (СИЗ), список органов и аккредитованных в системе УкрСЕПРО испытательных лабораторий, которые выполняют работы по сертификации СИЗ, информация о новых ДСТУ по СИЗ. Предназначен для предприятий различных отраслей производства, использующих сварочные технологии. Рассчитан на инженерно-технических работников сварочного производства и специалистов по охране труда.

Каталог можно приобрести в ДП «Редакція журналу «Охорона праці», 02100, Киев-100, ул. Полудренко, 10/1. Тел. 558 7427.

Создание и покорение суперстали

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

А.Н. Корниенко

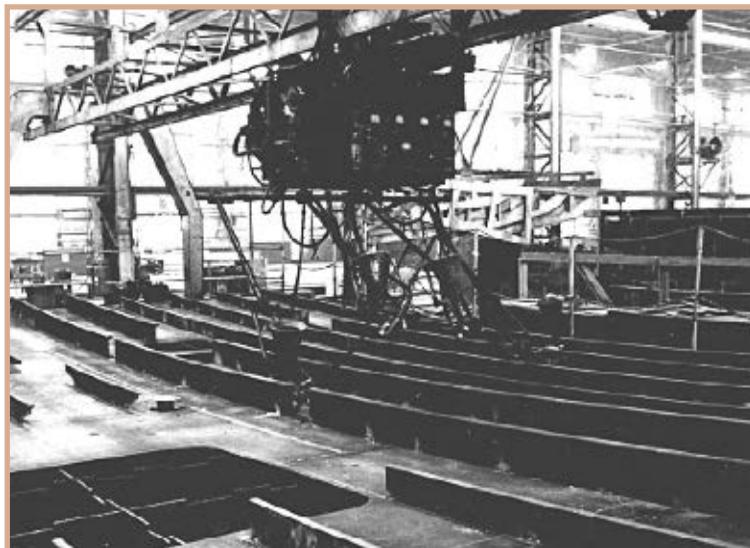
Ежегодно в мире тонут десятки судов. Причина некоторых аварий — недостаточная прочность их конструкции. А поскольку ее рассчитывают на самые жесткие, почти невероятные условия эксплуатации — при «постановке» корпуса на вершину волны и между волнами, нередко подозрение падает на плохое качество изготовления. 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 большей 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.Вологодиным 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 стендов, спроектированных В.Е. Патонем, П.И. Севбо и др. Одновре-



Сварка бортовой секции
с подпалубной

Автоматическая сварка
под флюсом палубной секции

менно 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 каждых 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 транспортно-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 вы-



Подводная лодка «Thresher»

шла на испытания. В 7 ч 47 мин 10 апреля 1963 г. лодка погрузилась 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 многочисленные стыки трубопрово-

Обломки подводной лодки «Thresher»



дов 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 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 раз-

гар боевых действий во Вьетнаме, американские ВМС тщательно прослеживали курс советских кораблей в стратегически важной части Тихого океана. Подводный ракетно-сец 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



Подводная лодка К-129

корпуса суда 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 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 переплавов. 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

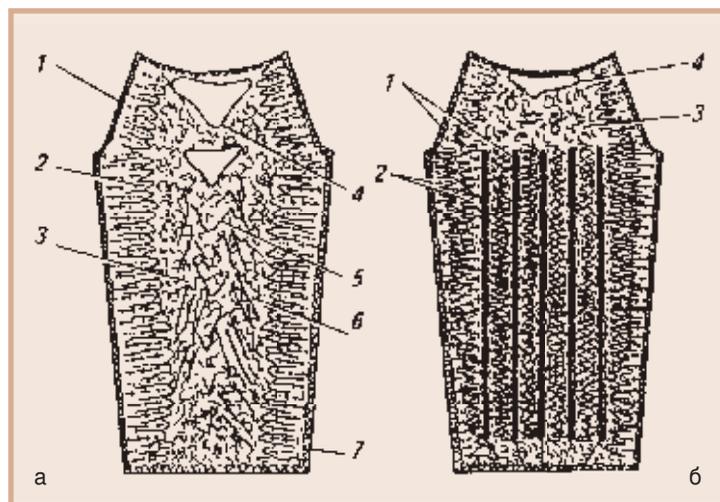


Схема строения крупнотоннажного листового слитка, отлитого по обычной технологии (а) и с внутренним кристаллизатором (б): 1 — зона мелких равноосных кристаллов; 2 — зона столбчатых кристаллов; 3 — зона крупных равноосных кристаллов; 4 — усадочная раковина; 5 — «V» ликвация; 6 — «Λ» ликвация; 7 — «конус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

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 квазимонolitными материалами — АКМ. Холодные вкладыши из стали, содержащие минимум вредных примесей, способствуют увеличению скорости кристаллизации и образованию однородной дисперсной структуры, 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 малоперлитные 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 плавучести 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 ди-

зельных 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 эффективности. 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.

Научный и промышленный потенциал УССР в области судостроения к концу 1980-х годов входил в первую десятку мирового судостроения. Однако к началу XXI в. заводы Николаева, Керчи, Херсона, Феодосии, Киева, сотни других предприятий, КБ и НИИ, работавших на судостроительную промышленность, оказались без заказов и государственного финансирования. Авианесущий крейсер «Украина» удалось продать КНР, остальные недостроенные суда пущены на металл, единственная дизельная подводная лодка, доставшаяся Украине при разделе флота распавшегося Советского Союза, ремонтировалась почти два десятилетия... ● #1282

ХІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРАПЕХ
ТІЕХ**

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И СЕРВИСНО-РЕСТАВРАЦИИ



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРИПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

КОМПЬЮТЕРНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
ЛАБОРАТОРИЙНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТІЕХ**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВТОР
ТІЕХ**

КОМПОНОВАННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗВЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КООПЕРАЦИИ

Генеральные
информационные партнеры:



Технический партнер:



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

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

20-23
НОЯБРЯ 2012 г.



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua

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

Сварка

4 – 6 декабря
2012

12-я специализированная выставка-конференция с международным участием

Контроль и диагностика

7-я специализированная выставка

4 декабря

Научно-техническая конференция «Сварка и Диагностика»
Конкурс «МИСС СВАРКА-2012»

5 декабря

«ДЕНЬ ГЛАВНОГО СВАРЩИКА»
ТЕСТ-ДРАЙВ сварочного оборудования

6 декабря

«ДЕНЬ МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА»
Ярмарка ВАКАНСИЙ
Мастер-класс победителей конкурса сварщиков
«СЛАВИМ ЧЕЛОВЕКА ТРУДА!»
Конкурс «МОЛОДОЙ СВАРЩИК 2012»

Место проведения:

МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»



Организатор:
УРАЛЬСКИЕ ВЫСТАВКИ
Тел. +7 (343) 310-03-30
www.uv66.ru

Под патронажем ТПП РФ:



При поддержке:



Открыта подписка-2012 на журнал «Сварщик»

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

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

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Книги прошу выслать по адресу:
Куда
почтовый индекс

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

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

Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 66 или по факсу: (044) 287-6502.
Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.
В 2012 г. цены на наши издания снижены на 20-30%.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221
1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230
1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239
1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248
1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257
1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266
1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275
1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

 Должность _____
 Тел. (_____) _____
 Предприятие _____
 Подробный почтовый адрес: _____

 « _____ » _____ 2012 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

 Должность _____
 Тел. (_____) _____
 Предприятие _____
 Виды деятельности предприятия _____
 Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

 Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____
 Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____
 Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2012 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

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

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

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

Прогрессивная система скидок

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

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

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

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

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

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



ДП «ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»

Київ 03150 вул. Горького, 62 sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua
т./ф. +380 44 200 8056 (багатокан.), 248 73 36, 287 27 16, 287 26 17, 289 21 81



зварювальні матеріали • зварювальне обладнання • газополум'яна обробка металів • газополум'яна обробка металів

Більш ніж 1000 найменувань
промислових товарів
кращих вітчизняних та іноземних виробників

ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ



ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК
ДЛЯ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ



Производственная база ООО «ТМ.ВЕЛТЕК»
это единственный на Украине комплекс
с полным технологическим циклом
изготовления порошковых проволок
мощностью 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 "ВУТМАРК-УКРАИНА"
г. Киев, ул. Плодовая, 16
т./ф. +380 44 392 73 44
info@wutmarc.com.ua
www.wutmarc.com.ua

ООО "ЭКОТЕХНОЛОГИЯ"
г. Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62
т./ф. +380 44 200 8056
sales@et.ua
www.et.ua

ПП УКРГАЗСЕРВИС-КОМПЛЕКС
г. Киев ул. Окружная, 10
тел. +380 (44) 222-72-95
+380 (50) 446-93-76
www.ugs.kiev.ua

ООО "ТДС",
03127, г.Киев, пер. Коломиевский, 3/1
тел. +380 44 596 93 75
факс + 380 44 596 93 70;
welding@welding.kiev.ua



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

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