

„Black & White“ – классика ручной сварки штучным электродом



Электрододержатели KURT HAUFЕ / ABICOR BINZЕL® — это результат сочетания инновационной технологии и качества, необходимого для успешного выполнения задач. Эргономичны, прочны и универсальны в применении.

Тип	Нагрузка		Электрод-	Сварочный	Гайка	Идент.
	(при 37% ПВ)	(при 60% ПВ)	Ø [мм]	кабель	крепления ¹⁾	№ ²⁾
DE 2200	250 А	200 А	2 – 4	25 / 35 мм ²	M6	512.D060
DE 2300	400 А	300 А	2 – 6,3	35 / 70 мм ²	M8	512.D356
DE 2400	500 А	400 А	4 – 8	50 / 95 мм ²	M10	512.D080
DE 2500	600 А	500 А	4 – 10	70 / 120 мм ²	M10	512.D090

1) для гаечного ключа

2) стандартная комплектация без сварочного кабеля

Аргументы, говорящие сами за себя:

- овальная теплоизолирующая рукоятка
- изоляционные материалы, выдерживающие высокие механические и технические нагрузки
- жесткая фиксация электрода в четырех положениях
- большой диапазон применения электродов и сварочного кабеля



ПИН Бинцель Украина ГмБХ

предприятие группы ABICOR

Тел./факс: + 38 (044) 403 1299;
403 1399; 403 1499; 403 1599

Internet: www.binzel-abicor.com
E-mail: info@binzel.kiev.ua



поставка в регионы через сеть официальных
и региональных дистрибьюторов

Technology for the Welder's World



УКРНІХРОМ



Sandvik Materials Technology (Швеция)
Ведущий производитель сварочных материалов

Продукция: ER 307 (CB 08X20H9Г7Т), ER 308 (CB 04X19H9), ER 308 LSI (CB 01X19H9), ER 309 (CB 07X25H13), ER 316 (CB 04X19H11M3), ER 347 (CB 07X19H105) и др.



ThyssenKrupp VDM

ThyssenKrupp VDM (Германия)
Мировой лидер в производстве
высоколегированных сталей и сплавов

Продукция: Nicrofer 6020 сплав 625, Nicrofer B616 (CB 06X15H60M15), Nicrofer K7017 (03Л-25Б) (CB 06X15H60M15) Nicorros 400 (монель НМЖМц28-2,5-1,5), Cronix 80E (X20H80-H) и др.



Lincoln Electric (США)
Ведущий производитель сварочных
аппаратов и сварочных материалов

Продукция: LincolnCV-420, V145-S,
Powertec-350C PRO, Powertec-500S PRO,
Lincoln V270-TP, Lincoln STT-II и др.

e-mail: info@ukrnichrom.com

www.ukrnichrom.com

49006, г. Днепропетровск, пр. Пушкина, 40-б
Днепропетровск: (0 56) 372-70-25, (0 56) 794-59-56, Донецк: (0 62) 339-60-36, Киев: (0 44) 501-44-53, Харьков: (0 57) 761-16-97



6 (70) 2009

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

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

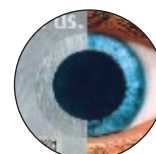
информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

6—2009

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	4
Производственный опыт	
Электродинамическая обработка сварных соединений судокорпусных конструкций из сплава АМГ6. <i>Л.М. Лобанов, Н.А. Пашин, В.П. Логинов</i>	6
Легкие сварные газовые баллоны для автотранспорта. <i>М.М. Савицкий, А.С. Письменный, С.И. Питула</i>	10
Объемная внепечная термообработка корпусного оборудования в заводских условиях. <i>А.И.Лавров, В.А.Бабкин, П.Б.Ловырев, М.Н.Трухан, Е.С.Балакин, С.В.Ветров, П.М.Корольков</i>	14
Наши консультации	18
Технологии и оборудование	
К развитию после кризиса	22
Гибридные технологии сварки и соединения. <i>В.Н.Бернадский</i>	23
Система технического зрения для автоматического слежения за стыком при дуговой сварке. <i>Е.В.Шаповалов, В.А.Коляда, Д.Д.Топчев, Н.Ф.Луценко</i>	32
Циклоконверторные источники питания для электрошлаковых процессов. <i>Н.А. Макаренко, А.В. Грановский, А.А. Богуцкий, Н.А. Грановская</i>	36
Методы определения коррозионной стойкости сталей. Часть 2. <i>В. Holmberg, A. Berquist</i>	38
Новая гамма установок производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической дуговой наплавки и сварки.	40
Новые сварочные комплексы TransSteel 3500/5000 фирмы Fronius	42
Зарубежные коллеги	44
Подготовка кадров	
Межотраслевой учебно-аттестационный центр Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. Программы профессиональной подготовки на 2010 г.	47
Выставки и конференции	
IX Международная выставка «WELDEX/Россварка-2009»	51
Международная научно-техническая конференция «Проблемы сварки, родственных процессов и технологий». <i>В. М. Илюшенко, А. А. Кайдалов</i>	54
Международная конференция «Zvaranie 2009». <i>А. А. Кайдалов</i>	56
Содержание журнала «Сварщик» за 2009 г.	57



Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Електродинамічна обробка зварих з'єднань судокорпусних конструкцій зі сплаву АМГ6. Л.М. Лобанов, Н.А. Пашчин, В.П. Логінов	6
• Легкі зварні газові балони для автотранспорту. М.М. Савицький, А.С. Письменний, С.І. Притула	10
• Об'ємна позапечна термообробка корпусного встаткування в заводських умовах. А.І.Лавров, В.А.Бабкін, П.Б.Ловирич, М.Н.Трухан, Є.С.Балакін, С.В.Ветров, П.М.Корольков	14
Наші консультації	18
Технології й устаткування	
• До розвитку після кризи	22
• Гібридні технології зварювання й з'єднання. В.М.Бернадський	23
• Система технічного зору для автоматичного спостереження за стиком при дуговому зварюванні. Є.В.Шаповалов, В.А.Коляда, Д.Д.Топчев, Н.Ф.Луценко	32
• Циклоконверторні джерела живлення для електрошлакових процесів. Н.А.Макаренко, А.В.Грановський, А.А.Богутський, Н.А.Грановська	36
• Методи визначення корозійної стійкості сталей. Частина 2. B. Holmberg, A. Berquist	38
• Нова гама установок виробництва ТОВ «НАВКО-ТЕХ» для автоматичного дугового наплавлення й зварювання	40
• Нові зварювальні комплекси TransSteel 3500/5000 фірми «Fronius»	42
Зарубіжні колеги	44
Підготовка кадрів	
• Міжгалузевий учбово-атестаційний центр Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. Програми професійної підготовки на 2010 р.	47
Виставки й конференції	
• IX Міжнародна виставка «WELDEX/Россварка-2009»	51
• Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми зварювання, споріднених процесів і технологій». В. М. Ілюшенко, А. А. Кайдалов	54
• Міжнародна конференція «Zvaranie 2009». А. А. Кайдалов	56
• Зміст журналу «Сварщик» за 2009 рік	57
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Industrial experience	
• Electrodynamics' treatment of welding joints of ship body structures from AMg6 alloy. L.M. Lobanov, N.A. Pashchin, V.P. Loginov	6
• Light welding gas cylinders for motor transport. M.M. Savitskiy, A.S. Pismenny, S.I. Pritula	10
• Volumetric out furnace heat treatment of the case equipment in industrial conditions. A.I. Lavrov, V.A. Babkin, P.B. Lovyrev, M.N. Trukhan, E.S. Balakin, S.V. Vetrov, P.M. Korolkov	14
Our consultations	18
Technologies and equipment	
• To development after crisis.	22
• Hybrid technologies of welding and joining. V.N. Bernadskiy	23
• System of technical sight for automatic tracking a joint during arc welding. E.V. Shapovalov, V.A. Kolyada, D.D. Topchev, N.F. Lutsenko	32
• Cycle converter power sources for electrosag processes. N.A. Makarenko, A.V. Granovskiy, A.A. Bogutskiy, N.A. Granovskaya	36
• Methods of definition of corrosion resistance of steels. Part 2. B. Holmberg, A. Berquist	38
• New scale of installations of manufacture of JSC «NAVKO-TECH» for automatic arc cladding and welding	40
• New welding complexes TransSteel 3500/5000 of «Fronius»	42
The foreign colleagues	44
Training of personnel	
• Training Center of the E. O. Paton Electric Welding Institute. The programs of professional training on 2010	47
Exhibitions and conferences	
• IX the International exhibition «WELDEX / Rossvarka-2009»	51
• The international scientific and technical conference «Problems of welding, related processes and technologies». V. M. Ilyushenko, A. A. Kaydalov	54
• The international conference «Zvaranie 2009». A. A. Kaydalov	56
• The contents of the journal «Svarshchik» during 2009.	57

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

Учредители

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

Издатель

ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают

Общество сварщиков Украины,
 Национальный технический
 университет Украины «КПИ»
 Журнал издается
 при содействии UNIDO

**Главный редактор**

К. А. Ющенко

Зам. главного редактора

Б. В. Юрлов,
 Е. К. Доброхотова

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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

Редакция

Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама

В. Г. Абрамишвили,
 Ю. Б. Иванова

Верстка

Т. Д. Пашигорова, О. А. Трофимец

Адрес редакции

03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон

+380 44 528 3523, 529 8651

Тел./факс

+380 44 287 6502, 287 6602

E-mail

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

URL

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

Представительство в Беларуси

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

Представительство в России

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

Представительство в Латвии

Рига, Ирина Бойко
 +371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.)
 e-mail: 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 «Евент-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 10.12.2009. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 1806 от 10.12.2009. Тираж 3000 экз. Печать: ООО «Издательство «Литтон», 2009. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013. © ООО «Экотехнология», 2009

Электродинамическая обработка сварных соединений судокорпусных конструкций из сплава АМГ6



Л.М. Лобанов, Н.А. Пашин, В.П. Логинов

Рассмотрен способ обработки судовых конструкций, обеспечивающий доступ рабочего инструмента к сварным соединениям во всех пространственных положениях — электродинамическая обработка. Даны результаты проведенных экспериментов по электродинамической обработке образцов продольных и кольцевых стыков. Разработаны технологические рекомендации по импульсной обработке сварных соединений конструкций корпусов судов.

Объемная внепечная термообработка корпусного оборудования в заводских условиях

А.И. Лавров, В.А. Бабкин, П.Б. Ловырев, М.Н. Трухан, Е.С. Балакин, С.В. Ветров, П.М. Корольков

Описан опыт внепечной термической обработки аппаратов на предприятии ОАО «Дзержинскимаш» (РФ). Рассмотрены режимы нагрева и охлаждения, пространственное положение корпусов, места ввода теплоносителя и другие показатели для аппаратов в зависимости от их длины, толщины стенки, диаметра и массы.

Легкие сварные газовые баллоны для автотранспорта

М.М. Савицкий, А.С. Письменный, С.И. Притула

Описаны конструкция, оборудование и технология производства, разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона, позволяющие выпускать малыми и большими сериями сварные газовые баллоны, предназначенные для работы под давлением 19,6 МПа. Баллоны, необходимые для перевода современных автомобилей на природный газ, прошли испытания и пользуются спросом.

Гибридные технологии сварки и соединения

В.Н. Бернадский

Рассмотрены высокопроизводительные и наукоемкие гибридные технологии: лазерно-дуговая сварка; лазерно-плазменная сварка; лазерно-дуговая сварка под флюсом; гибридные технологии неразъемного соединения. Описаны преимущества каждой технологии и области их применения.

Система технического зрения для автоматического слежения за стыком при дуговой сварке

Е.В. Шаповалов, В.А. Коляда, Д.Д. Топчев, Н.Ф. Луценко

Рассмотрены оптические сенсоры, разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона, позволяющие не только реализовать слежение за стыком, а и отслеживать траекторию стыка с зазором, близким к нулю, удаленно наблюдать за зоной сварки, а также формировать соответствующие сигналы коррекции положения УЗ датчиков относительно центра сварного шва.

Циклоконверторные источники питания для электрошлаковых процессов

Н.А. Макаренко, А.В. Грановский, А.А. Богуцкий, Н.А. Грановская

Описан источник питания циклоконверторного типа, позволяющий вести электрошлаковый процесс на разнополярно-импульсном токе пониженной частоты. Высокая эффективность циклоконверторных источников питания делает целесообразным их применение при различных электрошлаковых процессах.

Электродинамична обробка зварних з'єднань судокорпусних конструкцій зі сплаву АМГ6



Л.М. Лобанов, Н.А. Пашин, В.П. Логинов

Розглянуто спосіб обробки судових конструкцій, що забезпечує доступ робочого інструмента до зварних з'єднань у всіх просторових положеннях — електродинамична обробка. Дано результати проведених експериментів по електродинамичній обробці зразків поздовжніх і кільцевих стиків. Розроблено технологічні рекомендації з імпульсної обробки зварних з'єднань конструкцій корпусів судів.

Об'ємна позапечна термообробка корпусного встаткування в заводських умовах

А.І. Лавров, В.А. Бабкін, П.Б. Ловирев, М.Н. Трухан, Е.С. Балакін, С.В. Ветров, П.М. Корольков

Описано досвід позапечної термічної обробки апаратів на підприємстві ВАТ «Дзержинскимаш» (РФ). Розглянуто режими нагрівання й охолодження, просторове положення корпусів, місця уведення теплоносія й інші показники для апаратів залежно від їхньої довжини, товщини стінки, діаметра й маси.

Легкі зварні газові балони для автотранспорту

М.М. Савицький, А.С. Письменний, С.І. Притула

Описано конструкцію, устаткування й технологія виробництва, розроблені в ІЕЗ ім. Є.О. Патона, які дозволяють випускати малими й великими серіями зварні газові балони, призначені для роботи під тиском 19,6 МПа. Балони, що необхідні для переведення сучасних автомобілів на природний газ, пройшли випробування й користуються попитом.

Гібридні технології зварювання й з'єднання

В.М. Бернадський

Розглянуто високопродуктивні й наукомісткі гібридні технології: лазерно-дугове зварювання; лазерно-плазмове зварювання; лазерно-дугове зварювання під флюсом; гібридні технології нероз'ємного з'єднання. Описано переваги кожної технології й області їх застосування.

Система технічного зору для автоматичного спостереження за стиком при дуговому зварюванні

Є.В. Шаповалов, В.А. Коляда, Д.Д. Топчев, Н.Ф. Луценко

Розглянуто оптичні сенсоры, розроблені в ІЕЗ ім. Є.О. Патона, що дозволяють не тільки реалізувати спостереження за стиком, а й відслідковувати траєкторію стику із зазором, близьким до нуля, на відстані спостерігати за зоною зварювання, а також формувати відповідні сигнали корекції положення УЗ датчиків щодо центра зварного шва.

Циклоконверторні джерела живлення для електрошлакових процесів

Н.А. Макаренко, А.В. Грановський, А.А. Богуцький, Н.А. Грановська

Описано джерело живлення циклоконверторного типу, що дозволяє вести електрошлаковий процес на різнополярно-імпульсному струмі зниженої частоти. Висока ефективність циклоконверторних джерел живлення робить доцільним їхнє застосування при різних електрошлакових процесах.

ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2010** на журналы «Сварщик» и «Все для сварки. Торговый Ряд».

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



Модернизированная система контроля корпуса реактора ВВЭР-1000 снаружи

Модернизированная система контроля СК187М корпуса реактора снаружи предназначена для предэксплуатационного контроля и периодического контроля в процессе эксплуатации. Систему используют для ультразвукового контроля (УЗК) наружной поверхности сварных швов и основного металла цилиндрической части корпуса и днища. В ходе УЗК определяют координаты несплошностей, обрабатывают результаты контроля на ЭВМ с выдачей протокола и архивацией результатов контроля.

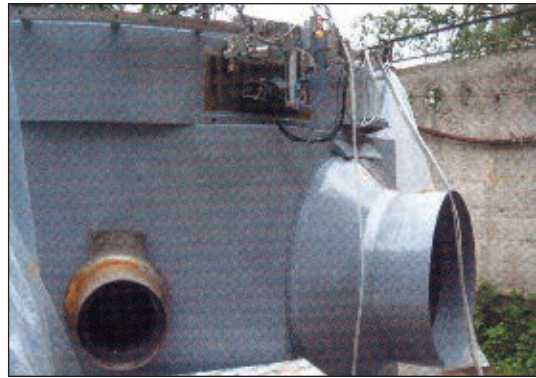
С помощью системы СК187М выполняют также телевизионный визуальный контроль (ТВК) состояния наружной цилиндрической поверхности корпуса и днища реактора с целью обнаружения и определения координат расположения отклонений (царапин, трещин). Видеоизображение архивируется на магнитных носителях.

В состав системы контроля СК187М входят:

- передвижной манипулятор контроля сварных соединений корпуса и днища реактора;
- манипулятор САОЗ контроля патрубков;
- манипулятор ГЦТ контроля сварных соединений с корпусом реактора;

Техническая характеристика манипулятора системы контроля СК187М

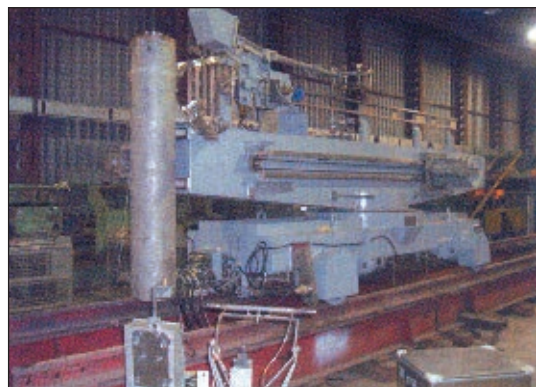
Управление.....	Дистанционное
Время контроля, сут.....	8,0±0,5
Погрешность отсчета координат, мм.....	±5
Ход, м.....	11,2±0,3
Скорость перемещения, м/мин:	
ускоренная.....	6,0±0,3
замедленная.....	0,6–0,3
Угол поворота фермы, °.....	360+1
Частота поворота фермы, об/мин.....	0,053–0,2575
Максимальный ход подъемника, мм.....	4800–90
Скорость перемещения подъемника, м/с.....	0,0167±0,005
Грузоподъемность подъемника, кг.....	200
Ход каретки механизма контроля днища, мм.....	3140±10
Скорость перемещения каретки механизма контроля днища, м/с.....	0,014±0,0083
Максимальная скорость УЗК, м/с:	
цилиндра корпуса.....	0,06
днища корпуса (при контролируемых диаметрах 80–4535 мм).....	0,001–0,06
Масса, кг.....	5700
Габаритные размеры, мм.....	5254×1360×2622



Устройство контроля сварных соединений корпуса реактора в зоне патрубков



Манипулятор САОЗ контроля патрубков



Манипулятор контроля сварных соединений корпуса реактора

- устройство контроля сварных соединений корпуса реактора в зоне патрубков;
- стенды для наладки искательной головки днища и цилиндра корпуса, а также для наладки манипуляторов и устройства контроля;
- аппаратура управления и сбора данных и обработки результатов УЗК;
- ультразвуковой дефектоскоп;
- телевизионная система.

ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» (Москва)

• #1004

Сварочные аппараты EWM-coldArc — холодная дуга

Сварочные аппараты EWM-coldArc применяют при создании смешанных соединений «сталь-легкий металл» (сталь-Al, сталь-Mg). С помощью аппаратов осуществляют пайку при меньшем нагреве с легкоплавкими присадочными материалами на основе цинка (400°C). Благодаря этому коробление при сварке тонких листов от 0,3 мм невелико. К достоинствам холодной сварки следует отнести также тот фактор, что при пайке оцинкованных листов не повреждается цинковое покрытие. Данный процесс характеризуется низким уровнем образования брызг расплавленного металла. При эксплуатации аппарата EWM-coldArc используют традиционные типы горелок без дорогостоящих приспособлений для подачи проволоки.

Благодаря цифровой системе шин аппарат Proenix 330 coldArc обеспечивает



Техническая

характеристика:

	Proenix 330 coldArc	Proenix 330 RC coldArc
Напряжение питающей сети, В	380	380
Пределы регулирования силы сварочного тока, А	5–330	5–330
Сила сварочного тока при длительности включения (ПВ=100%, ПВ=60%)	250	210
Масса (сварочный аппарат, модуль охлаждения и транспортная тележка), кг	123,5	77,5

хорошие характеристики горения и зажигания дуги со 100% воспроизводимыми результатами при высоком качестве. Модульная концепция аппарата обеспечивает максимальную универсальность: функция Plug&Weld, удобство в обслуживании и при ремонте, а также расширение возможностей в зависимости от потребностей без дополнительных инструментов и персонала. Аппарат может быть в эксплуатации длительное время (многосменная работа).

Модель Proenix 330 RC coldArc обладает разнообразными возможностями интегрирования благодаря различным цифровым интерфейсам для программного режима и режима управляющего напряжения, системе промышленных шин (Pro-bus, Interbus).

ЗАО «ПКТБА» (Пенза)

● #1005

Оборудование для гидроабразивной резки

Оборудование фирмы JETMax позволяет резать металл, камень, пластмассу, композиты, стекло, керамику и резину толщиной 100 мм и более с высоким качеством кромки. Чтобы достичь этого, необходимо минимальное количество инструментов, фиксирующих приспособлений и регулировок. Параметры работы оборудования — направление резки, давление, характеристики абразива — могут быть легко изменены и подстроены при помощи программного обеспечения EasyCut. Насос высокого давления BNHT Nutron, используемый в системах резания струей воды фирмы JETMax, создает давление до 400 МПа. Это обеспечивает высокий коэффициент полезного действия.

К преимуществам гидроабразивной резки можно отнести:

- гибкое и экономичное изготовление отдельных деталей и образцов;
- эффективное применение при резке очень тонких и сложных контуров;
- оптимальное использование материала, отсутствие грат и деформации;



- экологичность — отсутствие вредных газов и паров.

Установка выполнена из высококачественной стали и алюминия. Линейные направляющие скрыты, нет гофрированных кожухов. Система оснащена бесщеточными сервомоторами переменного тока. Привод осуществляется при помощи зубчатых реек. Пневматическое управление осью Z выполняется при помощи системы QuickUP.

В системе резания струей воды фирмы JETMax предусмотрены: программное управление давлением насоса и количеством абразива; автоматическая система промывки абразива; режущие головки с четырьмя струями и более; скорость позиционирования 40 м/мин и 0–35 м/мин — на контуре реза.

«РусЕвроТех» (Москва)

● #1006



Электродинамическая обработка сварных соединений судокорпусных конструкций из сплава АМГ6

Л. М. Лобанов, акад. НАН Украины, Н. А. Пашин, канд. техн. наук, В. П. Логинов,
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Одной из причин снижения работоспособности сварных судовых конструкций являются остаточные сварочные напряжения в сварных соединениях, отрицательно влияющие на прочность при циклических нагрузках, коррозионную стойкость и служебные характеристики корпусов. Это вызывает необходимость разработки способов регулирования напряженного состояния сварных соединений с учетом специфики судокорпусной архитектуры. К этим особенностям следует отнести ограниченность доступа к сварным соединениям в судовых отсеках, особенно на участках с пересечением продольного и поперечного набора, насыщенность корпусов сварными соединениями различного пространственного положения, расположение рядом с соединениями кабельных магистралей и трубопроводов из резины и пластика.

Перечисленные особенности диктуют выбор способа обработки конструкций, обеспечивающего удобный доступ рабочего инструмента к сварным соединениям во всех пространственных положениях. При этом термо- или виброобработка нежелательны, так как это может привести к повреждению трубопроводной аппаратуры и кабельных магистралей, а нагрев металла в замкнутых объемах судовых отсеков ухудшает условия работы персонала. Кроме того, термообработка корпусов из алюминиевых сплавов из-за их высокой теплопроводности является малоэффективной.

Установлено, что воздействие токовых импульсов на образцы металлов и сплавов, предварительно нагруженные до предела упругости, приводит к релаксации их напряженного состояния. В сварных соединениях имеют место напряжения растяжения, близкие к пределу текучести материала, и его обработка импульсами тока может приводить к снижению уровня остаточного напряжения в металлах шва и зоны термического влияния.

Одним из методов токового воздействия на металлы и сплавы является электродинамическая обработка (ЭДО), основанная на иницировании в материале электродина-

мических сил, возникающих при переходных процессах, сопровождающих прохождение в материале разряда тока. При суммировании электродинамических сил с остаточными напряжениями сварных соединений обрабатываемой конструкции в ней формируются местные пластические деформации, приводящие к снижению общего уровня напряжений.

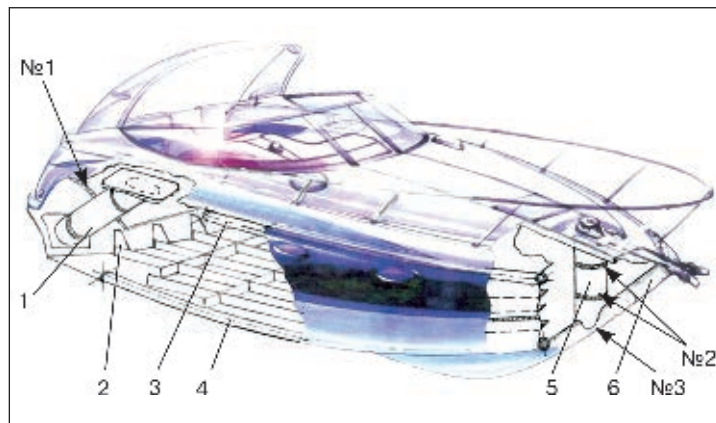
Преимущество ЭДО состоит в мобильности и компактности используемого оборудования, что позволяет применять данный метод для обработки сварных соединений в корпусных конструкциях с ограниченным доступом, к которым относятся судовые отсеки и другие тонкостенные конструкции оболочечного типа. Оборудование для ЭДО отличается малой энергоемкостью, а применяемая элементная база обеспечивает такие рабочие параметры, как ток импульса $I_{\text{имп}} \leq 10$ кА и напряжение $U_{\text{имп}} \leq 3$ кВ. При ЭДО сварных стыковых соединений из алюминиевых сплавов АМг5 и АМг6 снижение уровня остаточных сварочных напряжений достигало 50–60% от первоначального. Перечисленные особенности ЭДО позволили применить данный способ для обработки сварных соединений корпусов маломерных судов с целью продления их эксплуатационного ресурса за счет снижения уровня остаточных напряжений.

На современном этапе развития маломерного судостроения в Украине все более широкую популярность приобретает класс трейлерных катеров различного назначения, размеров и скоростных характеристик. Особенностью является их высокая мобильность транспортировки по суше к месту эксплуатации на специализированной трейлерной тележке, что исключает необходимость отстоя судов на дорогостоящих ремонтно-опорных пунктах. В последние годы в Украине наблюдается смена приоритетов в малом судостроении в сторону увели-

чения объемов производства трейлерных катеров при сокращении количества изготовления крупнотоннажных моторных яхт. В то же время отечественные технологии изготовления корпусов этих катеров находятся в стадии развития, что приводит к недостаткам при проектировании и производстве конструкций. Современное судокорпусное производство трейлерных катеров базируется на технологиях формирования корпусов из стеклопластика и сварки из алюминиево-магниевых сплавов (реже из малоуглеродистой стали). К недостаткам корпусов из стеклопластика следует отнести его большую массу (на 25–30%) при равной прочности с алюминиевыми, высокую трудоемкость изготовления, длительный цикл формовки корпуса в матрице и проблемы обеспечения экологической безопасности производства.

Следует отметить, что производство сварных корпусов трейлерных катеров из алюминиевых сплавов достаточно легко организовать, это не требует значительных рабочих площадей и громоздкого специализированного технологического оборудования. При малой трудоемкости изготовления сварные корпуса менее дорогостоящи по сравнению с пластиковыми (на 30–40%), что определяет современные тенденции развития малого судостроения на Украине.

В то же время опыт эксплуатации катеров с корпусами из алюминиевых сплавов, которые были сварены без учета негативного воздействия остаточных напряжений на сварные соединения, показал малый эксплуатационный ресурс сварной конструкции. Сварные корпуса, изготовленные из алюминиево-магниевого сплава марки АМг6, имели длину и ширину соответственно 8 и 3 м при высоте борта до 1,2 м. Традиционно толщина металла днища, кормового усиления под двигатель (транца) и других ответственных элементов сварной конструкции корпуса равнялась 5 мм, бортов и надстройки — 4 мм. Но необходимость минимизации весовых характеристик катеров, связанная с их транспортировкой по суше, привела к значительному снижению толщины листовых заготовок. Так, толщина поясов днища и бортов, а также надстройки составила 3–4 мм, в месте усиления под двигатель — до 5 мм. При этом уменьшение толщины компенсировалось усилением жесткости силового набора. Эти изменения конструкции позволили уменьшить массу корпуса до 30% по сравнению со стандарт-



ным. Привальный брус 3, киль-балка 4 и скулы 6 (рис. 1) были изготовлены из алюминиевого профиля трубчатого сечения, что повысило продольную жесткость конструкции. Поперечная жесткость носовой части задается вертикальной стойкой 5 овального сечения, располагаемой между палубным усилением под носовую лебедку и форштевнем. Продольную жесткость кормовой части корпуса обеспечивают две наклонные (45°) сварные стойки 1 круглого сечения, соединяющие транец с палубным настилом. Стрингерный набор поясов днища и бортов соединяется с транцем посредством книц 2, которые применяли также для усиления шпангоутов в зоне палубного настила.

Конструктивные особенности судна позволили получить значения продольных прогибов вдоль килевой балки в пределах 2–3 мм, но по всей поверхности корпуса на участках пересечения продольного и поперечного наборов имели место локальные бухтины глубиной до 3 мм. При этом нерациональная последовательность выполнения сварных соединений в сочетании с малыми толщинами корпуса привели к потере служебных характеристик конструкции. При эксплуатации катера в течение двух лет выявлены характерные разрушения сварных швов в виде холодных трещин, несовместимые с дальнейшей эксплуатацией судов. Наиболее часто дефекты наблюдали в швах усиления кормы (швы №1), а также в сварных соединениях носовых и кормовых стоек (швы № 2, 3). Анализ условий эксплуатации судов позволил заключить, что причиной разрушений послужили вибрационные и ударные нагрузки, характерные для движения судна в штатном режиме.

Для устранения повреждений применяли технологию ремонта, включавшую механическую разделку трещин с последующей их заваркой неплавящимся электродом.

Рис. 1. Сварная конструкция катера из сплава АМг6 (№1–3 — сварные соединения)

При этом уровень остаточных напряжений в сварных соединениях восстановленных сваркой элементах значительно возрастал. Это приводило к перенапряжению корпуса, следствием чего являлось разрушение отремонтированных сварных соединений в 50% случаев непосредственно при остывании, в остальных — на первых 100 км эксплуатации. Повторная ремонтная сварка не допускалась, так как приводила к значительному перегреву металла, сопровождавшемуся потерей механических свойств соединения. Для устранения разрушений вырезали поврежденный конструктивный элемент и вваривали новую деталь, что вызывало формирование на отремонтированных участках шва значительных по величине остаточных напряжений. В технологии ремонта предусматривали мероприятия по регулированию остаточных напряжений в отремонтированных элементах корпусов с учетом особенностей конструкции, таким как большое количество тонкостенных сварных элементов, отсеков с ограниченным доступом, развитая сеть кабельных магистралей и трубопрово-

Рис. 2. Разрушение сварных соединений корпуса катера

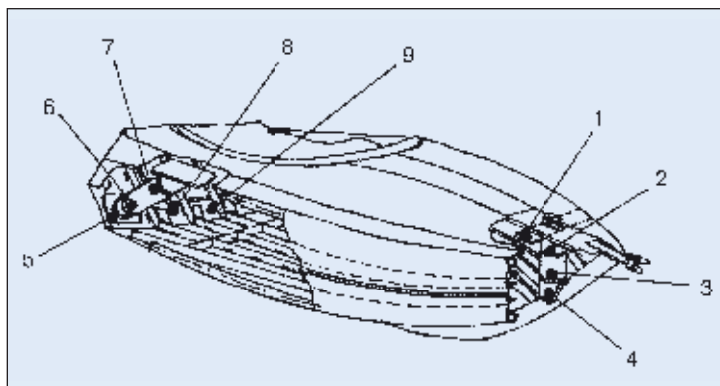


Рис. 3. Электродинамическая обработка сварных соединений стоек подкрепления корпуса

дов, большие площади внутреннего покрытия отсеков отделочными материалами. Эти особенности ограничивают выбор методов регулирования остаточных напряжений в сварном корпусе катера.

Применение локальной термообработки сварных соединений с целью снятия остаточных напряжений при ограниченной обитаемости отсеков катера (с учетом высокой теплопроводности сплавов алюминия) признано неэффективным, так как это приводит к повреждению элементов покрытия. Использование ударной вибрационной обработки могло привести к повреждению тонкостенных элементов катера.

С учетом конструктивных особенностей корпуса был предложен метод ЭДО, применение которого обеспечивало удобство доступа рабочего инструмента к сварным конструкциям в ограниченных объемах судовых отсеков. С учетом результатов проведенных экспериментов по электродинамической обработке образцов продольных и кольцевых стыков разработаны технологические рекомендации по импульсной обработке сварных соединений конструкций корпусов судов.

Проводили ремонт семи сварных судовых корпусов. Ремонтные мероприятия включали определение местонахождения разрушений сварных соединений элементов обшивки и силового набора, разделку дефектных участков швов и выполнение ручной сварки неплавящимся электродом в среде аргона.

Анализ сварных соединений корпусов показал, что дефектные участки локализованы в носу и корме. При этом швы стрингерного набора, равномерно распределенные по всей длине изделия, практически не были разрушены. Основными поврежденными элементами являлись отремонтированные стойки носового и кормового креплений палубного настила, а так же усиление кормы. При взаимодействии ударных нагрузок, действующих на носовую часть корпуса при движении в режиме глиссирования, с остаточными напряжениями в отремонтированных сварных соединениях в них возникают трещины, несовместимые с дальнейшей эксплуатацией судна. В кормовой части основным негативным фактором, определяющим разрушения конструкции, являются вибрационные нагрузки, связанные с работой двигателя.

После проведения ремонтной сварки в местах расположения швов выполняли



Рис. 4. Электродинамическая обработка угловых сварных соединений стрингеров



Рис. 5. Электродинамическая обработка стыковых швов усиления транца

ЭДО сериями из 3–5 импульсов тока согласно разработанным технологическим рекомендациям.

В корпусах провели обработку продольного шва крепления носовой лебедки 1 (рис. 2), кольцевых швов носовой 2–4 и кормовой 5–7 стоек. ЭДО выполняли в направлении «от середины к краям» шва с шагом 30 мм. Проводили ЭДО ремонтных швов в углах усиления транца 8 и стрингеров усиления транца 9 в зоне крепления двигателя. На стойках выполняли ЭДО в направлении «на проход» с шагом 75–80 мм (рис. 3), а на прямолинейных угловых швах стрингеров — в направлении «от середины к краям» с шагом 20–30 мм (рис. 4). ЭДО стыковых швов усиления транца и поперечной жесткости корпуса показаны соответственно на рис. 5 и рис. 6.

После завершения ремонтных мероприятий суда эксплуатировали в бассейне реки Днепр. Проводили мониторинг отремонтированных участков сварных соединений с целью обнаружения повторного разрушения. Наблюдаемые суда за время навигации с июля по сентябрь 2009 г. прошли в среднем по 300 км при отсутствии каких-либо разрушений в сварных соединениях.

Следует отметить, что два корпуса, в силу особенностей эксплуатации, не были обработаны импульсами тока после повторного ремонта. Наблюдения данных катера в процессе работы показали, что разрушения отремонтированных участков наступали уже через 20–25 км пробега.



Рис. 6. Электродинамическая обработка стыковых швов поперечной жесткости

По результатам ходовых испытаний корпусов можно заключить, что разработанная методика обработки сварных соединений позволяет продлить ресурс эксплуатации сварных корпусов судов после ремонта в 10–12 раз. При определенной доработке технология ЭДО может быть рекомендована для внедрения на судостроительных и судоремонтных предприятиях Украины для снижения уровня остаточных сварочных напряжений в элементах корпусных конструкций с критическими уровнями эксплуатационных нагрузок. ● #1007

Легкие сварные газовые баллоны для автотранспорта

М. М. Савицкий, А. С. Письменный, доктора техн. наук, С. И. Притула,
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Применение природного газа в качестве моторного топлива позволяет получить значительный экономический и экологический эффект. Стоимость перевозок снижается вдвое, а в выхлопных газах на 40–60% уменьшается содержание оксидов углерода и азота, а также ароматических углеводородов.

Для перевода современных автомобилей на природный газ, их необходимо оснастить дополнительными заправочными емкостями — баллонами высокого давления. А так как основным потребителем баллонов будет малотоннажный транспорт, они должны быть достаточно легкими. Массовое производство таких баллонов в Украине отсутствует.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны конструкция, оборудование и технология производства, позволяющие выпускать малыми и большими сериями баллоны с массогабаритным показателем (отношение массы к полезному объему) $M/V=0,65$ кг/л, предназначенные для работы под давлением 19,6 МПа. Баллоны прошли необходимые испытания и пользуются спросом.

Рост цен на нефтяные моторные топлива вынуждает владельцев автотракторной тех-

ники искать новые источники энергоносителей. Наиболее реальным решением этой проблемы является использование природного газа, прогнозируемые запасы которого существенно превосходят запасы нефти.

В настоящее время в мире около 9 млн. зарегистрированных автотранспортных средств могут работать на бензине и/или природном газе. В Украине, по данным Газовой Ассоциации, их количество приближается к 500 000 ед., а заправочных станций — к 300 шт. Причем проектные мощности последних позволяют увеличить количество заливок в 1,5–2,0 раза. Но украинская промышленность пока не может обеспечить всех желающих заправочными емкостями — баллонами высокого давления, которыми следует дооборудовать автомобили для заправки газом. В то же время спрос на них растет по мере увеличения цен на бензин и солярку, так как стоимость газа на 50–60% ниже стоимости жидких нефтепродуктов.

В Украине разработана конструкция баллонов из углеродистой или низколегированной стали с показателем $M/V=1,8...2,0$ кг/л и облегченных баллонов — монометаллические из высокопрочной стали или из низколегированной стали, упрочненные стекловолокном ($M/V=0,8...1,2$ кг/л).

Облегченные монометаллические баллоны изготавливают из бесшовной высокопрочной трубы, которую на имеющемся оборудовании сложно получить. Поэтому организовать массовое производство таких баллонов невозможно.

Облегченные баллоны, разработанные ИЭС и ИМех НАН Украины, представляют собой комбинированную конструкцию: корпуса изготавливают из листового проката с применением сварки, прямошовную трубу соединяют кольцевыми швами с полуэллиптическими днищами, а затем всю конструкцию упрочняют композиционной оболочкой типа «кокон». Запас прочности баллонов превышает 2,6, а долговечность — более 15 тыс. заливок.

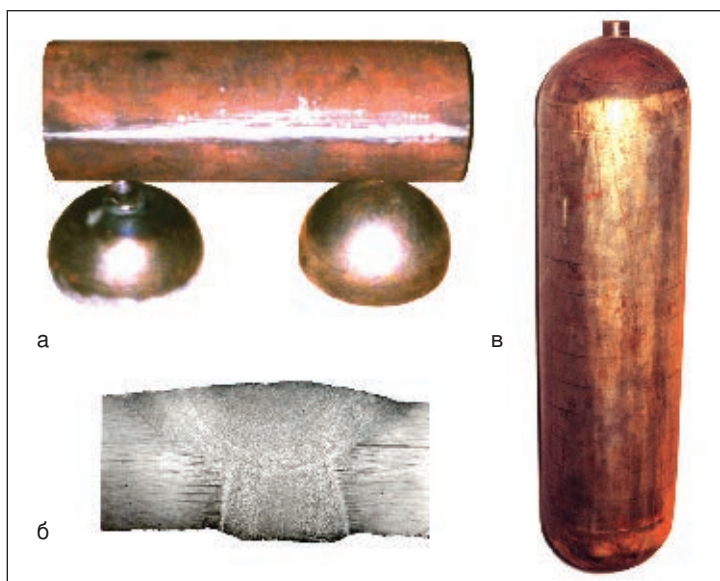


Рис. 1. Заготовки и корпуса сварного баллона: а — заготовки обечаек и днищ; б — макрошлиф сварного шва; в — корпуса баллона после сварки и термообработки

Для персонального автотранспорта эти баллоны недостаточно легкие ($M/V \approx 0,9...1,0$ кг/л). Поэтому в ИЭС была разработана новая конструкция комбинированных баллонов из тонколистовых высокопрочных сталей (Пат. України №61162. Бюл. №3, 15.03.2002. Пат. України №44793. Бюл. №11, 17.11.2003). Это позволило увеличить в 2,0–2,5 раза прочность сварного корпуса, уменьшить размеры и трудоемкость формирования композиционной оболочки и получить $M/V=0,60...0,65$ кг/л.

Для изготовления сварного корпуса в ИЭС разработаны прецизионные технологии подготовки заготовок и сварки обечаек (рис. 1, а–в), а также комплекс оборудования для сборки и сварки продольных швов обечаек, кольцевых швов, соединяющих днища с обечайкой, а также штуцеров с днищами (рис. 2–4). Они позволяют получать швы I и II категории со смещением (дипланацией) кромок не более чем на 10% их толщины и с плавными переходами к основному металлу. Разработаны также режимы и технология термической обработки, обеспечивающие равнопрочность сварных соединений с основным металлом. Упрощена технология и улучшено оборудование для формирования упрочняющей оболочки (рис. 5, а, б), а также определено стандартное оборудование и разработана технологическая линия производительностью до 24 000 баллонов в год (рис. 6, а).

Выбранные материалы и режимы их обработки позволяют при $M/V=0,60...0,65$ кг/л обеспечить запас прочности $K \geq 2,6$ и долговечность около 20 000 циклов «заправка-выпуск». Другими словами, разгерметизация этих баллонов происходит при давлениях выше 52 МПа, а коэффициент запаса прочности сохраняется стабильным на протяжении всего срока эксплуатации, установленного ДНАОП (*Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском // Державний нормативний акт про охорону праці — ДНАОП. К. 1998*). Бронебойная пуля калибра 7,62 мм иликумулятивный заряд УКЗ–10 пробивает стенку баллона с метаном под давлением 19,6 МПа, и наблюдается выход газа без возгорания. Вторая, противоположная, стенка при этом не разрушается.

Под воздействием огня наполненные метаном до 4,9 МПа баллоны сохраняют герметичность при повышенных температурах стенки до 650°C и давлении до 18,6 МПа. При испытании огнем баллонов, наполнен-

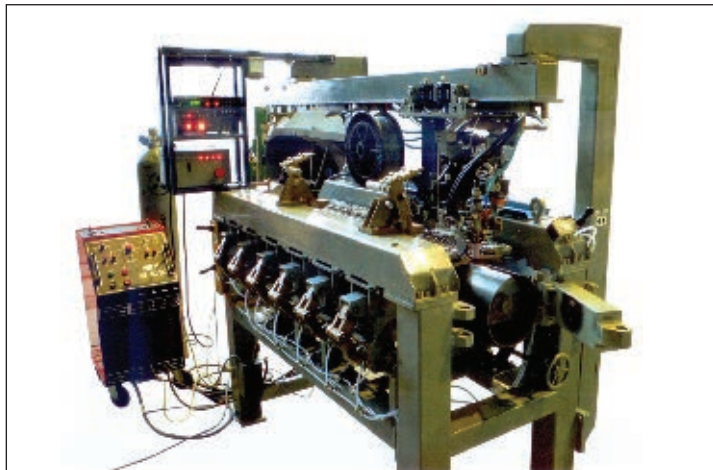


Рис. 2. Установка для сварки продольных швов



Рис. 3. Установка для сварки обечайки с днищами

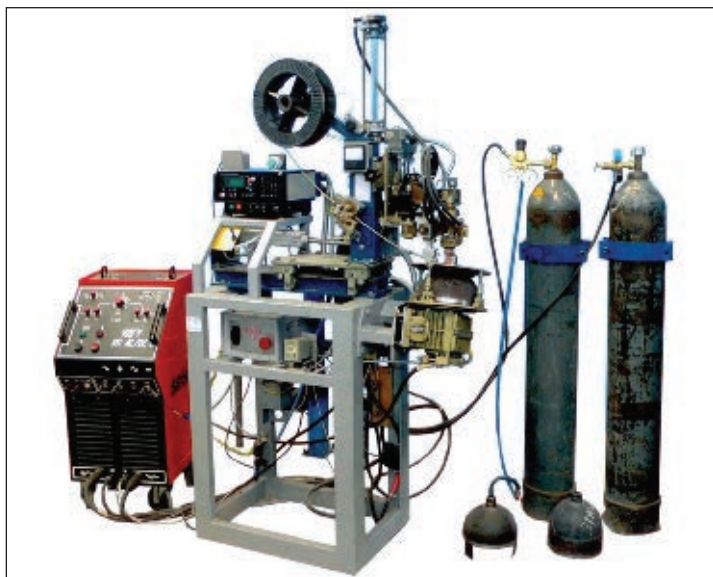


Рис. 4. Установка для сварки штуцеров

Рис. 5. Оборудование для формирования металлопластиковой оболочки: а — установка для кольцевой намотки композиционного материала; б — баллон после намотки

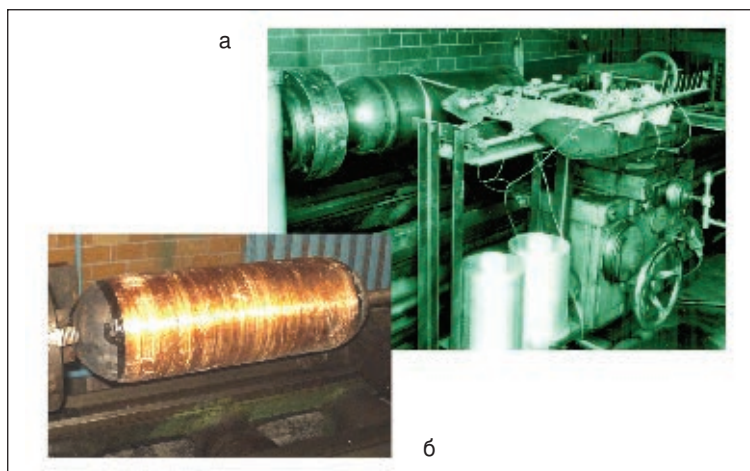
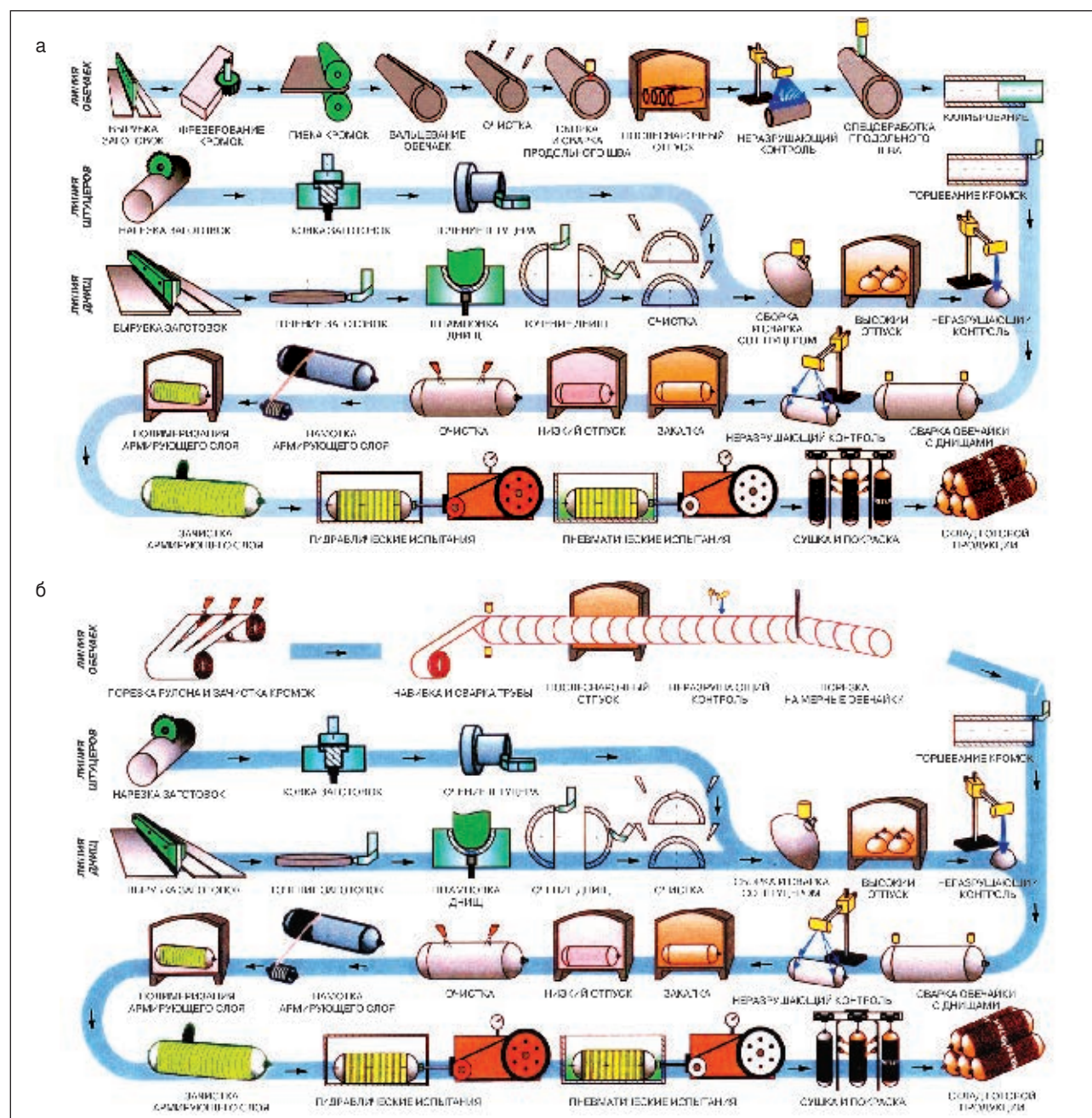


Рис. 6. Технологическая линия для изготовления баллонов со сварной обечайкой: прямошовной (а) и спиральношовной (б)



Техническая характеристика оборудования (в режиме высокочастотной сварки – ВЧС)

Скорость сварки, м/мин	30–40
Скорость выхода трубы, м/мин	8–12
Производительность, км труб в смену	1,0–1,5
Мощность генератора тока высокой частоты, кВт	160–250
Мощность электроприводов, кВт	8
Длина труб, м	Любая
Напряжение питания электрооборудования (50 Гц), В	380
Свариваемые материалы ..	Сталь, алюминий
Площадь, занимаемая собственно линией сварки, м ²	150–200

ных газом до 19,6 МПа, их разгерметизация происходит после повышения температуры стенки до 500°С и давления до 56 МПа, которые достигаются через 12–15 мин.

В 1997–2001 гг. проводились испытания 24 баллонов. После пробега автомобиля 140 000 км баллоны были обследованы и допущены к дальнейшей эксплуатации.

С 2005 г. в Украине изготовлены промышленные партии баллонов этой конструкции для легкового автотранспорта. По технико-экономическим показателям они не уступают зарубежным, и спрос на них растет. Поэтому в ИЭС разработаны технологическое оборудование и оснащение для организации массового производства баллонов с использованием спиральношовной обечайки. Преимущество данной технологии заключается в сокращении цикла изготовления трубных заготовок и изменении ориентации оси шва с целью его разгрузки в процессе эксплуатации.

Высокопроизводительное оборудование разработано и прошло испытание при сварке труб специального назначения. Применение его при производстве баллонов позволя-



Рис. 7. Корпус спиральношовного баллона после испытаний

Таблица. Диаметр свариваемых труб в зависимости от толщины и ширины ленты заготовки

Диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм	Ширина ленты, мм
75–100	0,5–1,5 (2,5)*	100
100–200	0,8–2,0 (3,0)*	100
200–250	0,8–2,5 (3,5)*	200
300–700	1,0–3,0 (4,5)*	200, 300, 500 (в зависимости от типа установки)

* В скобках — при мощности генератора ТВЧ 250 кВт.

ет сократить шесть технологических операций (рис. 6, б), обеспечивая при этом высокое качество сварного соединения (рис. 7).

Новая технология позволяет сосредоточить в одной установке такие операции, как формирование, сварка и горячая обработка сварной заготовки. В качестве источника нагрева используют дугу или токи высокой частоты.

Разработаны производственная технология и конструкторская документация на оборудование для сварки спиральношовных труб диаметром от 75 до 700 мм (таблица).

● #1008

Сибирский ЗМК установил уникальное оборудование по выпуску сварной балки

Сибирский завод металлоконструкций (предприятие компании МЕТАЛЛСЕРВИС) запустил в эксплуатацию новый самоходный портал «Mech Track-3000» (ESAB Welding Automation, Швеция). Оборудование предназначено для автоматической сварки двух балок I-образного сечения одновременно. С запуском новой аппаратуры производительность труда сварщиков СЗМК вырастет в два раза.

Сибирский завод металлоконструкций начал свою работу 23 июня 2009 г. и уже вышел на расчетную проектную мощность. Портфель заказов СЗМК сформирован до конца года и на январь 2010 года.

Производительность завода — 1000–1500 т металлоконструкций в месяц.

www.mc.ru



Объемная внепечная термообработка корпусного оборудования в заводских условиях

А. И. Лавров, В. А. Бабкин, П. Б. Ловырев, М. Н. Трухан, ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»,
Е. С. Балакин, С. В. Ветров, ОАО «Дзержинскхиммаш»,
П. М. Корольков, ООО «Нагрев» (Москва)

Остановка большой термической печи, связанная с ее реконструкцией, на предприятии ОАО «Дзержинскхиммаш» создавало угрозу срыва сроков изготовления и отгрузки аппаратов, требующих термообработки. В качестве выхода из сложившейся ситуации специалистами ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» совместно со специалистами ОАО «Дзержинскхиммаш» была рассмотрена возможность замены термообработки аппаратов в термической печи на внепечную термообработку способом нагрева изнутри в производственных условиях завода. Учитывая, что внепечную объемную термообработку к настоящему времени в Российской Федерации и странах СНГ применяли для сотни различных аппаратов и изделий, а также то, что имеется оборудование и проверенные технологии, можно было надеяться на выполнение термической обработки изделий с соблюдением всех необходимых требований, предъявляемых к качеству процесса. Сложность заключалась в том, что необходимо было не эпизодическое выполнение какой-то, пусть сложной, но разовой работы, а впервые внедрение новой для завода технологии в производственный цикл как рядового технологического процесса и проведение в сжатые сроки термообработки ряда аппаратов.

Заводом был разработан график изготовления и подачи аппаратов на внепечную термообработку, представлены институту чертежи аппаратов, изменена технология сборки аппаратов (в ряде случаев по требованиям технологии термообработки), подготовлена теплоизоляция и рабочая площадка с подводом сжатого воздуха и запасами топлива. Институтом ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» были разработаны технологические инструкции на каждый аппарат с учетом особенностей их конструкции, где были указаны режимы нагрева и охлаждения, пространственное положение корпусов, наличие теплоизоляции, места ввода теплоносителя (расположение теплогенераторов) и точки контроля температуры, проведены собственно сами режимы и оформлена документация на термообработку.

Способ объемной внепечной термической обработки заключается в нагреве внутреннего объема аппарата продуктами сгора-

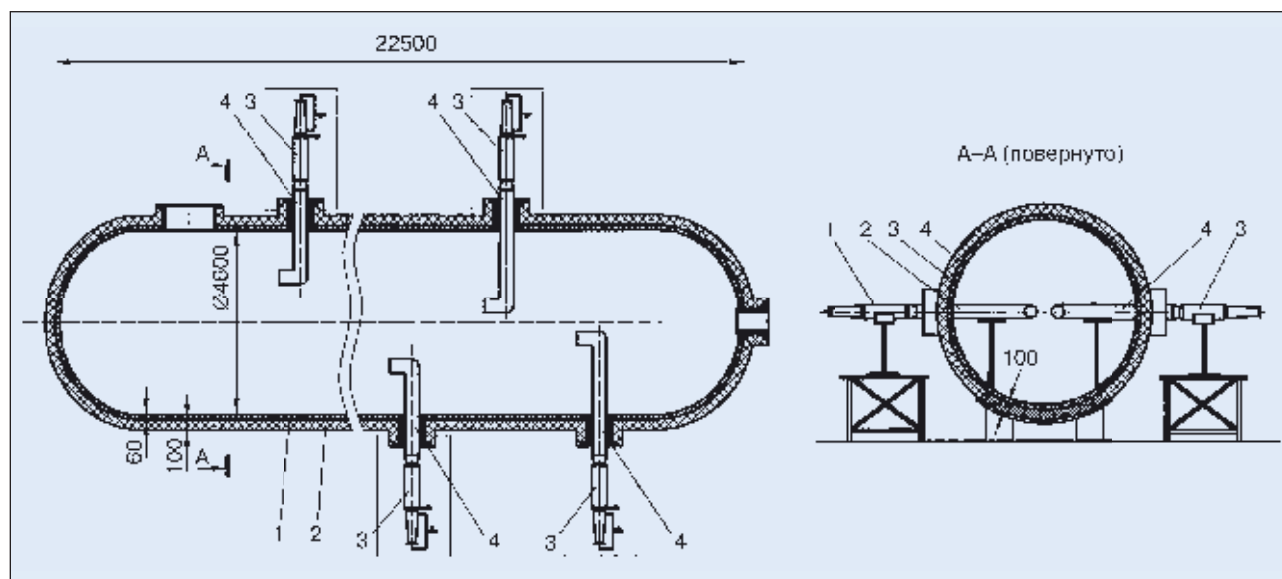
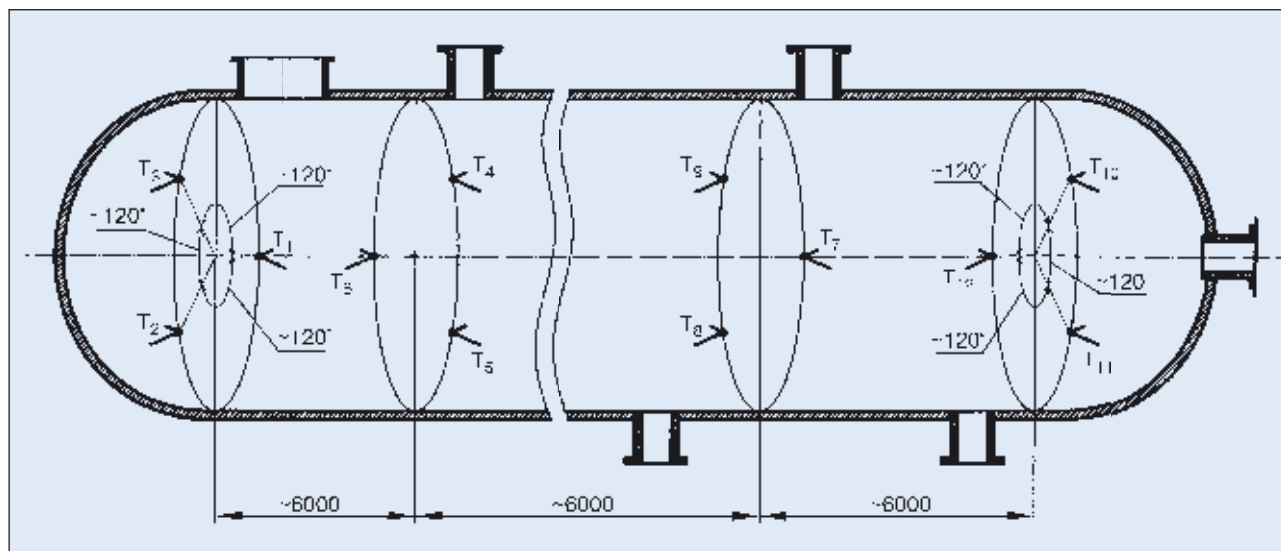


Рис. 1. Схема термообработки аппарата: 1 – корпус; 2 – теплоизоляция; 3 – теплогенератор; 4 – устройство ввода теплоносителя



ния жидкого или газообразного топлива. На наружную поверхность корпуса предварительно устанавливают теплоизоляцию. При этом, как и при печном нагреве термообработку проходит весь корпус изделия. Правомочность применения способа подтверждают требования действующей нормативно-технической документации.

Так, были подвергнуты термообработке шесть различных по своей конструкции аппаратов, часть которых изготовлена из стали 09Г2С, часть из биметалла — сталь 09Г2С+08Х13. Термообработку проводили по режиму высокого отпуска с целью снижения уровня остаточных сварочных напряжений и повышения эксплуатационной надежности аппарата. Режимы и параметры термообработки назначали в соответствии с требованиями РТМ 26–44–82.

Общим для всех аппаратов являлось их горизонтальное расположение, наружную поверхность аппарата в качестве теплоизоляции покрывали прошивными базальтовыми матами типа МБТВ–1 толщиной 100 мм. Теплоноситель во внутреннюю полость подавали через штуцеры, предусмотренные инструкцией. В отверстие штуцеров устанавливали устройства ввода теплоносителя, совмещенные с теплогенераторами, количество задействованных одновременно генераторов варьировалось от одного до четырех в зависимости от массы и габаритных размеров аппаратов (рис. 1). Температуру контролировали термоэлектрическими преобразователями (термопарами) градуировки ХА (К), установленными на корпусе с наружной стороны, режим записывался на диаграммную ленту многооточечного автоматического потенциометра ФЩЛ 501. Уп-

равляли нагревом, изменяя мощность теплогенераторов (расход топлива и сжатого воздуха) и направлением потока теплоносителя (с помощью устройства ввода).

Наиболее сложной в техническом отношении была термообработка аппарата длиной 22,5 м, диаметром 4,6 м с толщиной стенки 60 мм и массой 157 т, изготовленного из стали 09Г2С. На рабочую площадку была подведена магистраль для подачи сжатого воздуха давлением 0,5–0,6 МПа и с расходом до 1200 м³/ч. Забор топлива осуществлялся из двух емкостей, установленных вблизи объекта термообработки. Аппарат нагревали продуктами сгорания дизельного топлива, полученными в процессе одновременной работы четырех теплогенераторных устройств. В качестве базового источника теплоты применяли жидкотопливный теплогенератор ТГЖ–1 с максимальной мощностью 1 МВт. Конструкция применяемых теплогенераторов обеспечивала высокую скорость и большой объем ввода теплоносителя во внутреннюю полость нагреваемого изделия, что в свою очередь вызывало интенсивную рециркуляцию продуктов сгорания в его внутреннем пространстве и способствовала равномерному распределению температуры по всей площади нагреваемой поверхности. Выход продуктов сгорания обеспечивался через ряд штатных штуцеров. Температуру контролировали с помощью двенадцати термопар, расположенных в четырех сечениях, разнесенных равномерно по длине и диаметру нагреваемого изделия (рис. 2). Скорость нагрева составляла 55°C/ч, температура нагрева 620–660°C ($640 \pm 20^\circ\text{C}$), время выдержки 2,5 ч. Перепад температуры по длине и диаметру в период

Рис. 2. Схема установки термопар: T_1, T_{12} — места установки термопар

нагрева не превышал 50°C, в период выдержки — 40°C. Скорость охлаждения до температуры 300°C составляла 40°C/ч.

Таким же образом был подвергнут термообработке аппарат диаметром 4 м, длиной 20 м, с толщиной стенки 55 мм и массой 113 т из стали 09Г2С. Термообработку проводили четырьмя теплогенераторами по аналогичной схеме. Скорость нагрева составляла 95°C/ч, температура нагрева 620–650°C, время выдержки 2,2 ч. Биметаллические аппараты диаметром 2,4 м, длиной 8 м, с толщиной стенки 50 мм и массой 33 т были подвергнуты термообработке одним теплогенераторным устройством.

После проведения термообработки все аппараты были проверены неразрушающими методами контроля (радиографический, УЗД), а также гидравлическими испытаниями. Полученные положительные результаты подтвердили, что качество и надежность

изготовленной продукции соответствует предъявляемым к ним требованиям.

Применение способа внепечной объемной термообработки и разработанные ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» технологии нагрева позволили предприятию осуществить полный технологический цикл изготовления аппаратуры, выполнение производственной программы и поставку изделий потребителю в установленные сроки, несмотря на длительную остановку основной термической печи.

Опыт термообработки аппаратов на ОАО «Дзержинскимаш» может быть использован предприятиями как возможность изготовления аппаратуры при отсутствии стационарных термических печей или печей, габаритные размеры рабочего пространства которых не позволяют осуществить термообработку изготавливаемых изделий.

● #1009

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Виктору Васильевичу Черныху – 80 лет

Сердечно поздравляем известного специалиста в области сварочного производства, одного из организаторов Российского научно-технического сварочного общества, отдавшего много



сил его становлению и развитию, Черныха Виктора Васильевича со славным юбилеем — 80-летием со дня рождения.

Желаем Вам, дорогой Виктор Васильевич, доброго здоровья, дальнейших успехов в работе и долгих лет счастливой жизни.

*Совет Общества сварщиков Украины,
коллектив Института электросварки
им. Е. О. Патона НАН Украины,
редакционный совет и редакция журнала «Сварщик»*

СВЕРХМОЩНАЯ ГОРЕЛКА "ДОНМЕТ" 241



Горелка для локального нагрева труб диаметром 1220 - 1420 мм. Зона одновременного нагрева - 1,5 м². Пламя создается 42-я специальными мундштуками внешнего смешения. Подвод природного газа (метана) и кислорода - от коллекторов производственных сетей. Расход природного газа (давление 1,0 кгс/см²) - 252 м³/ч; кислорода (давление до 8,0 кгс/см²) - 630 м³/ч. Габаритные размеры 1800 x 2300 x 1600 мм. Масса - 850 кг.

Завод "ДОНМЕТ", Краматорск, ул. Парковая, 115. Тел./факс: (06264) 5-77-13, (0626) 44-26-85, svarka@donmet.com.ua www.donmet.com.ua

РЕШИМ ВАШИ ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ НАГРЕВА, РЕЗКИ И ПАЙКИ МЕТАЛЛОВ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ



КОМПАНИЯ
КРИОГЕНСЕРВИС

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

виробник кріоциліндрів



WELDO THERM®

G.M.B.H. ESSEN

- Установки для термообработки сварных соединений серии VASTM, StandardTM, Standard EuropaTM.
- Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.
- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.
- Печи в ассортименте.
- 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.



Оборудование для термической обработки из Эссена
«Ваш партнер для проведения термообработки»

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldom[®] GmbH Essen, Германия

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



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

Как осуществляется сварка монтажных соединений сборных железобетонных элементов?

И.К.Сабуров, П.С.Чернов (Москва)

Примеры монтажных сборных сварных соединений железобетонных элементов приведены на *рис. 1*. В основном при выполнении сварочных работ на открытом воздухе используют ручную дуговую сварку покрытыми электродами. При выполнении стыковых соединений стержней при монтаже, а также при изготовлении каркасов монолитного железобетона применяют преимущественно ванную сварку. При этом между торцами свариваемых стержней ванна расплавленного металла сохраняет жид-

кое состояние на протяжении всей сварочной операции. Сварка может выполняться при горизонтальном и вертикальном положении стержней, расположенных под любым углом друг к другу. На *рис. 2* приведены примеры подготовки соединений для ванной сварки с остающимися стальными формами.

При сварке встык (*рис. 2, а*), под углом (*рис. 2, б, в*) и с пересечением (*рис. 2, г*) стержней, расположенных в горизонтальной плоскости, разделка торцов не проводится. Сварку, как правило, выполняют ручной дуговой сваркой покрытыми металлическими электродами.

Вертикальные стыки обычно выполняют также ручной дуговой сваркой с приме-

Рис. 1. Монтажные сварные соединения сборных железобетонных элементов

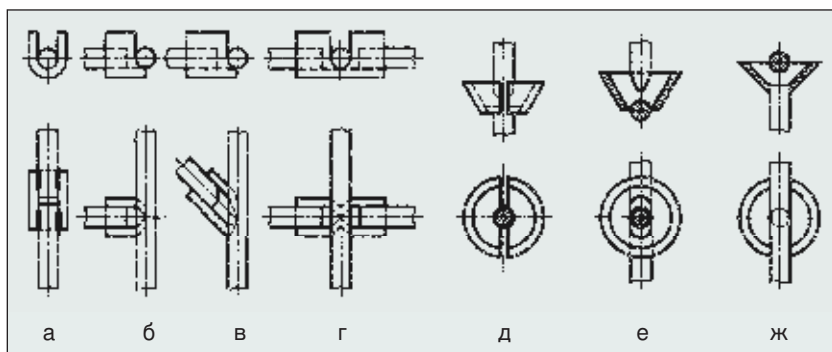
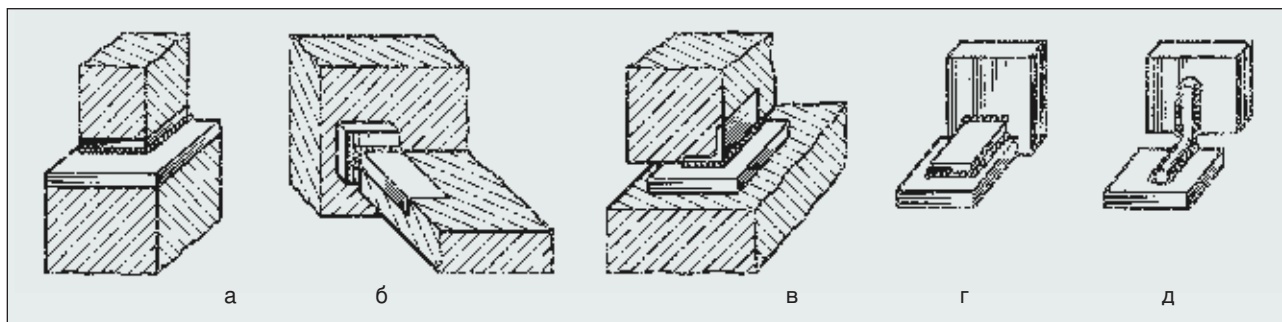
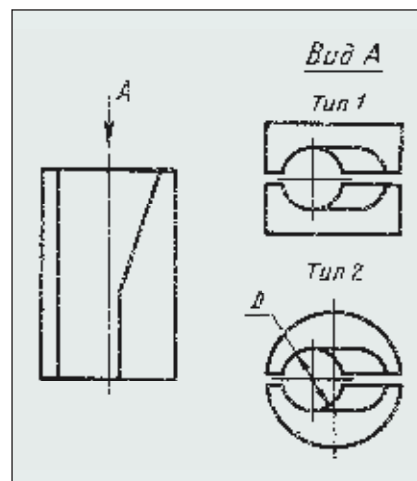


Рис. 2. Сварные соединения арматуры, выполненные ванным способом

Рис. 3. Инвентарные медные формы для сварки стыковых соединений вертикальных стержней диаметром 20–36 мм





Для стыков вертикальных стержней используют формы из двух половин с разъемом в вертикальной плоскости (рис. 3).

● #1010

В. В. Супрун (Київ)

- вывести зону сварного соединения из жесткого контура трубной доски (рис. 1, а, в, д, е);
- расположить сварное соединение ближе к середине толщины трубной решетки, где напряжения изгиба минимальны (рис. 1, г);
- сопроводить сварку технологическими приемами, снимающими остаточные напряжения, например, развальцовкой соединения перед сваркой и после нее (рис. 1, б).

В зависимости от толщины трубы могут быть рекомендованы варианты соединений, показанные на *рис. 2*. ● #1011





ОАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

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

На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT на соответствие требованиям стандарта DIN EN ISO 9001-2000 и научно-технического центра «СЕПРОЗ» ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001-2001.

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, ОСЦ-45, АНЦ-1А,
ОСЦ-45 мелкой фракции.
(ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

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

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

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

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

ОАО «Запорожстеклофлюс»
Украина, 69035, г. Запорожье, ГСП-356,
ул. Диагональная, 2. Отдел внешне-
экономических связей и маркетинга
Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350
Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041
E-mail: market@steklo-zp.ua
<http://www.steklo-flus.com>

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Украины и стран СНГ (кроме РФ)
ООО «Укртрейд», Запорожье
Получение продукции производится на складе
ОАО «Запорожстеклофлюс».
Тел.: (061) 224-6228, факс: (061) 224-6863
E-mail: root@ukrtade.com.ua

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации
ЗАО Торговый Дом «Трансэнергом М», Москва.
Отгрузка со складов Белгорода, Москвы, Железнодорожная Курской обл.
Тел. (495) 785-3622 — Коваленко Людмила Викторовна,
Охенский Владимир Викторович
Тел. (495) 330-0901 — Кащавцев Владимир Викторович,
Кащавцев Юрий Викторович

С 1992 г. на рынке сварочного оборудования Украины



предприятие
«Триада-Сварка»
г. Запорожье

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



тел. (061) 233 1058, (0612) 34 3623,
(061) 2132269, 220 0079 e-mail: weld@triada.zp.ua
Сервисный центр (061) 270 2939. www.triada-weld.com.ua

MTI MIGATEN industries

ISO9001:2000

**Установки складання
таверових балок
серії HZJ**

1. Довжина конструкції 800-1500 мм
2. Ширина полотна 200-1000 мм
3. Висота стани 9-10 м
4. Швидкість складання 0,5-0,8 м/хв

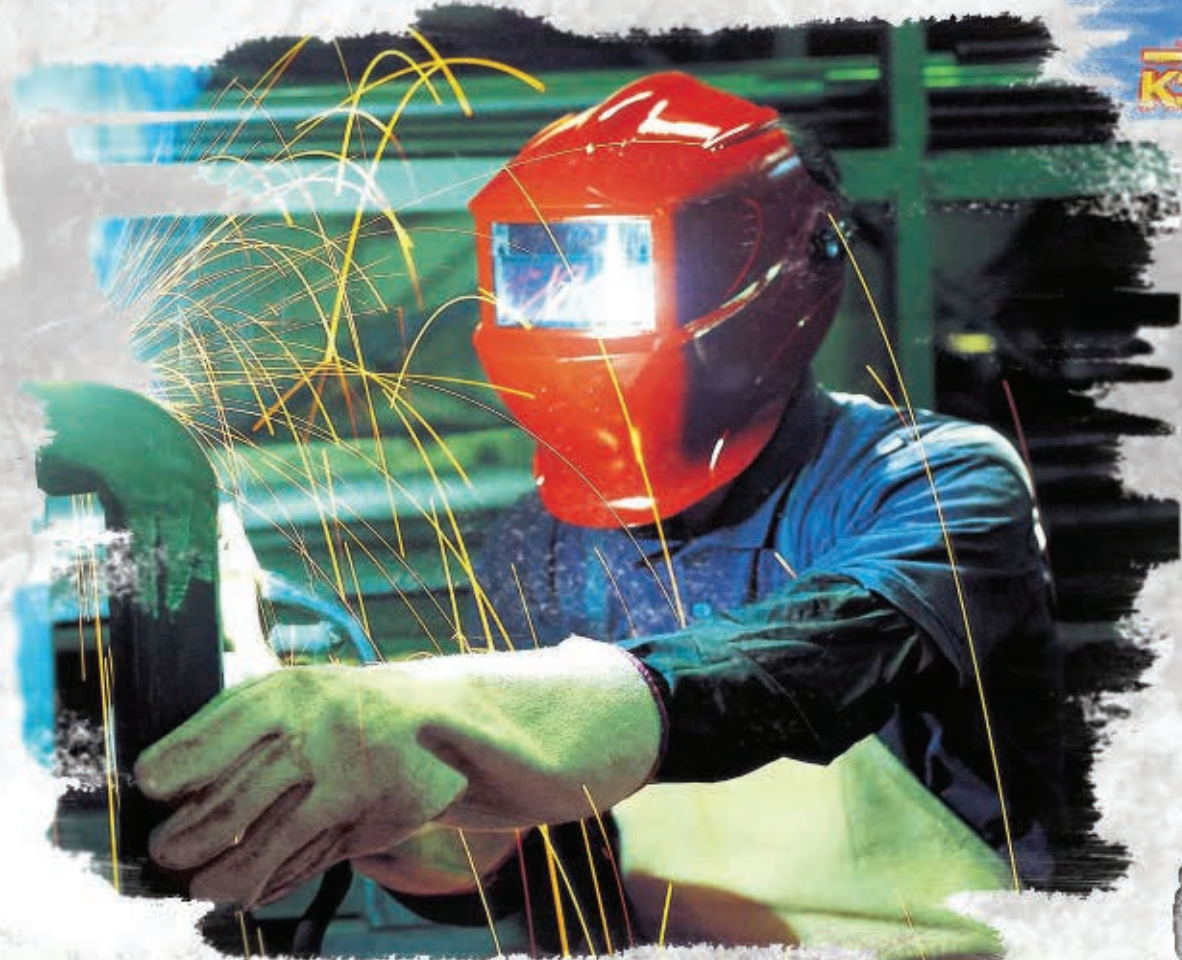


ТЕХНОЛОГІЯ, ЩО ЗБЕРІГАЄ ЕНЕРГІЮ

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

02660 м. Київ, вул. Алма-Атинська, 8

ОАО «КЗЭСО»



80 лет 80 years 80 років

мы создаем электросварочное оборудование
и поставляем его в **76** стран мира!

www.kzeso.com



Мы нуждаемся в художнике даже в минуту
величайшего счастья и величайшей беды.

Гете

с д е л а н о в У к р а и н е



К развитию после кризиса

Нынешний кризис как неизбежный этап в развитии мировой и национальной экономик охватил практически все отрасли промышленного производства. Резко сократились объемы сбыта и потребления продукции, замедлился и прекратился рост предприятий. Учитывая, что сварка и родственные ей процессы являются безальтернативными технологиями современного промышленного производства и строительства, естественно, что кризис также пагубно отразился на сварочных производствах этих отраслей. Для периода кризиса и рецессии вообще характерно разрушение технологической базы, сокращение объема сварочных работ и значительные потери численности персонала, в первую очередь, рабочих-сварщиков. В настоящее время все силы руководителей отраслей и производителей направлены на сохранение предприятий и на выработку программ и подходов по преодолению кризиса и дальнейшей деятельности в послекризисный период.

Успешный выход из кризиса можно ожидать только при ориентации на последующий реальный рост производства, на обновление его технологической базы и освоение выпуска инновационной продукции. Несмотря на всю тяжесть кризиса, он создает благоприятные условия для модернизации предприятий и их перехода на новую, наукоемкую технологическую платформу, способную обеспечить ресурсо-, энерго- и трудосберегающее производство. На новой, послекризисной фазе развития экономики сохранятся только те предприятия, которые обеспечат производство инновационной по технико-экономическим показателям и качеству продукции, отвечающей требованиям мирового и национальных рынков. Это требует повышения внимания к маркетингу, поиску новых заказчиков и каналов сбыта, ибо рынки за время кризиса также претерпят большую структурную перестройку.

Обновление технологической базы и ускоренное развитие сварочного производства должны опираться на совместные усилия ученых, конструкторов и производителей сварочной техники по разработке и передаче в производство новых наукоемких технологий и по выпуску высокоэффективных инновационных образцов сварочного оборудования и сварочных материалов. Отечественные производители сварочной техники должны за время кризиса с опережением подготовиться к выпуску на внутренний рынок конкурентоспособной продукции, которая позволит сократить зависимость сварочного производства Украины от импорта.

Эффективность работы предприятий и выпуск инновационной продукции, особенно на обновленной технологической базе, в конечном счете зависят от наличия сварочного персонала, уровень знаний, умения и профессиональная компетенция которого позволят освоить новую технику и высокие технологии сварки и родственных процессов при выпуске конкурентоспособной продукции. К сожалению, еще задолго до кризиса большинство промышленно развитых стран испытывало хронический дефицит рабочих и специалистов-сварщиков, что усугубляет нынешнее положение с кадровым обеспечением сварочных производств. Задача ускоренной подготовки рабочего и технического персонала для украинского сварочного производства усложняется еще и тем, что за последние 10–20 лет практически полностью разрушена национальная система профессиональной подготовки сварщиков. В связи с этим обучение молодых рабочих и техников-сварщиков предстоит осуществлять в условиях создания новой системы обучения и аттестации специалистов по международным стандартам и нормативам.

Редакция журнала «Сварщик» намерена организовать публикацию статей о высоких технологиях, прогрессивной сварочной технике, автоматизации и роботизации изготовления сварных конструкций, о подготовке квалифицированного сварочного персонала и о ряде других вопросов, актуальных на новом этапе инновационного развития сварочного производства.

В данном номере редакция публикует статью канд. техн. наук В. Н. Бернадского о новых наиболее перспективных и развивающихся технологиях — гибридных технологиях сварки и соединения.



Гибридные технологии сварки и соединения

В. Н. Бернадский, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

За последние десятилетия арсенал высокопроизводительных и наукоемких технологий сварки и соединений пополнился так называемыми гибридными технологиями. Гибридными называют технологии сварки, которые объединяют два источника сварочного нагрева, одновременно действующих на сварочную ванну. Первые упоминания о технологической возможности сочетания в сварочной ванне лазерного излучения и электрической дуги как комплексного источника нагрева относятся к середине 1980-х годов, а уже в середине 1990-х гибридный процесс лазерно-дуговой (ТИГ) сварки получил широкое применение в автомобилестроении, значительно расширив технологические возможности лазерной сварки тонколистовой стали и сплавов алюминия.

Характерной особенностью гибридной сварки плавлением является то, что объединение двух источников нагрева с различной плотностью энергии позволяет практически полностью использовать сварочно-технологические особенности каждого из них и одновременно нивелировать их недостатки. При этом достигаются принципиально новые технологические возможности, включая повышение производительности и качества соединения, а также снижение энергопотребления и общих производственных затрат. На основе лазерных технологий, кроме лазерно-дуговой гибридной сварки, разработана серия инновационных гибридных технологий: лазерно-плазменная, лазерно-индукционная, свето-лазерная и лазерно-дуговая под флюсом.

Принцип сочетания различных технологий положил начало разработке и применению в сварочном производстве гибридных клее-механических соединений.

Гибридная лазерно-дуговая сварка основана на совмещении высококонцентрированного лазерного излучения (CO_2 - или АИГ-лазера) с обычным стандартным процессом газозлектрической сварки плавящимся электродом (МИГ/МАГ) или неплавящимся электродом (ТИГ) при сварке осо-

бо тонкого металла. Одновременно воздействуя на сварочную ванну, лазерный пучок благодаря высокой концентрации энергии обеспечивает глубокое «кинжальное» проплавление корня шва и высокую скорость сварки, а менее концентрированная электрическая дуга с плавящимся электродом обеспечивает заполнение верхней части шва и хорошее формирование валика с плавным его переходом к основному металлу. Гибридная технология обеспечивает более мягкий термический цикл, снижение требований к величине зазора и позволяет повысить скорость сварки, по сравнению с возможностями каждого из процессов в отдельности. В промышленном производстве в качестве источников сварочного нагрева обычно используются серийные (CO_2 - или АИГ), а в последнее время волоконные лазеры различной мощности и обычная импульсно-дуговая сварка тонкой проволокой в среде защитных газов.

Позиционирование сварочной проволоки относительно лазерного пучка (рис. 1), как правило, проблем не вызывает, поскольку взаимное расположение дуги и парогазового канала может фиксироваться визуально. Дуговая горелка относительно лазерного луча может размещаться в направлении сварки перед лазером (ведомое положение) или после лазерного пучка (ведущее положение). Сварка горелкой направленного от валика сварного шва используется в основном при гибридной сварке алюминия. В этом случае лазер устраняет оксидную пленку, что значительно повышает стабильность дугового процесса.

Начало массового применения технологических лазеров, а позднее лазерно-дуговой гибридной сварки было связано с переходом мирового автомобилестроения на инновационную технологию штамповки кузовов и их элементов из тонколистовых (0,8–1,2 мм) сварных заготовок («Tailored Blanks»), составленных из различных по толщине и качеству фрагментов. Такая технология была предложена в рамках крупного международного проекта «ULSAB» по

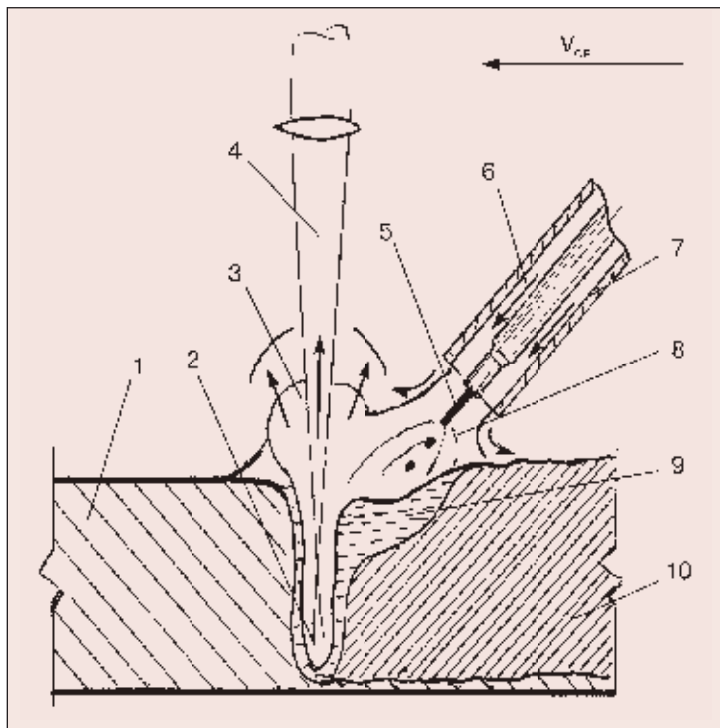


Рис. 1. Схема лазерно-дугового (MAG) гибридного процесса: 1 — свариваемый металл; 2 — паро-газовый канал; 3 — исходящие плазма и пары металла; 4 — лазерный пучок; 5 — сварочная проволока; 6 — защитный газ; 7 — сварочная горелка; 8 — зона сварочной дуги; 9 — жидкий металл сварочной ванны; 10 — металл сварного шва

радикальному снижению массы автомобиля. Так как массовая сварка заготовок толщиной 0,8–1,6 мм на тот период могла быть решена только на основе лазерной сварки, значительные инвестиции автомобильных фирм были направлены на целевую разработку промышленных лазеров, технологию лазерной сварки и создание автоматизированных линий по сборке и сварке составных заготовок. Лазерная сварка позволила выполнять очень узкие (0,5–1,5 мм) стыковые швы на стальных листах толщиной 0,8–2,0 мм со скоростью 6–8 м/мин (CO_2 -лазер, 4 кВт), сварные швы имели небольшое усиление и достаточную пластичность. Для повышения штампуемости сварных швов на высокопрочных сталях в техпроцесс была включена послесварочная обработка расфокусированным лучом. Самой сложной и трудоемкой операцией в этой технологии являлась сборка и зажатие стыка в процессе сварки; зазор под лазерную сварку металла толщиной 0,5–2,0 мм не должен был превышать 0,08 мм. К 2000 г., когда общемировой объем производства составных сварных заготовок превысил 1,0 млн. т (при толщине металла 0,8–1,6 мм), прецизионная сборка пластин для лазерной сварки практически с

нулевым зазором резко увеличила производственные издержки. Экономика производства требовала новых технологий, которые были бы менее чувствительны к величине зазора и не снижали производительность. Исследователи предложили две инновационные технологии — гибридную лазерно-дуговую и безвакуумную электронно-лучевую сварку (ЭЛС). Применение гибридной лазерно-дуговой сварки взамен лазерной было кардинальным решением при сохранении общей схемы производства и незначительных капиталовложениях, в основном на дополнительную аппаратуру для ТИГ-сварки. Гибридный процесс обеспечил более мягкий режим и возможность сварки по зазору при одновременном повышении скорости сварки почти в два раза. Свою технологическую нишу в производстве заготовок «Tailored Blanks» сохранила и вневакуумная ЭЛС.

Следующими областями применения лазерной и гибридно-лазерной сварки металла толщиной 2,5–5,0 мм явилось судостроение, производство легких сварных строительных конструкций, изделий бытовой техники. Так, на одной из германских верфей строительство облегченных судов внутреннего плавания основано на лазерной сварке двухслойных панелей с внутренним оребрением и на лазерно-дуговой сварке — при сборке из полых панелей укрупненных секций и монтаже палубного настила и надстроек. Общая протяженность сварных швов, выполненных лазерной и лазерно-дуговой сваркой на двухпалубном круизном лайнере (длина 110 м, ширина 11,4 м) составляет около 400 км.

Для однопроводной лазерно-дуговой сварки стали толщиной до 10–30 мм необходимо соответствующее повышение мощности лазера. Как правило, для сварки стали в основном применяли CO_2 -лазеры. Согласно эмпирическому правилу для проплавления 1 мм стали необходим 1 кВт мощности, что позволяет ориентировочно определить мощность лазера для сварки металла средних и больших толщин. Для лазерно-дуговой сварки, как было сказано выше, сочетание двух процессов позволяет несколько снизить мощность лазера. Если до последнего времени на мировом рынке технологических лазеров доминировали CO_2 -лазеры, как более мощные по сравнению с твердотельными, то в настоящее время уже более половины объема продаж (40 тыс. шт. в 2007 г.) составили твердотельные и воло-

конные лазеры мощностью от 1–5 до 10–20 кВт. Твердотельные АИГ-лазеры универсальны, благодаря тому, что длина волны их излучения в 10 раз меньше, чем у CO₂-лазеров, что расширило возможность их применения, в частности, для гибридной сварки сплавов алюминия и меди.

Серьезный прорыв в технологии лазерной и гибридной сварки обеспечило создание и появление на рынке твердотельных волоконных лазеров мощностью от 1,0 до 30,0 кВт (рис. 2). По темпам производства и продаж они резко опережают другие типы технологических лазеров. Так, в 2008 г. их производство возросло на 40–50% по сравнению с 2007 г. Для волоконных лазеров характерна стабильность выходной мощности, более высокий КПД преобразования электроэнергии в когерентное излучение (до 25%), а также возможность транспортировки лазерного излучения по оптическому световоду на расстояние до 200–300 м. Создание установок для гибридной сварки на основе волоконных лазеров открывает широкие перспективы применения этой прогрессивной и экономически эффективной технологии в производстве электросварных труб большого диаметра, в строительстве морских судов, в энергетическом машиностроении, в аэрокосмической промышленности, в изготовлении ответственных мостовых и строительных конструкций, а также при сварке неповоротных стыков труб большого диаметра.

Рабочим органом установок для гибридной лазерно-дуговой сварки являются специальные горелки. Производители сварочной техники поставляют на рынок различные типы горелок, имеющие фирменные конструктивно-технологические особенности. В принципе такая горелка — это моноблочная конструкция, объединяющая обычную горелку для газoeлектрической сварки и фокусирующую головку для лазерного излучения и подачи защитного газа (рис. 3). Конструкция горелок, как правило, позволяет устанавливать необходимый угол ввода лазерного пучка и дуги в сварочную ванну. Для сварки прямолинейных швов большой протяженности или швов сложной пространственной конфигурации установки оснащают интегрированной следящей системой. Это гарантирует правильное расположение источников нагрева по отношению к сварочной ванне и способствует оптимизации процесса гибридной сварки и ее повышенной технологической гибкости.



Рис. 2.
Общий вид
волоконного
лазера
мощностью
30 кВт



Рис. 3.
Горелка
для лазерно-
дуговой
сварки
фирмы
«Fronius»,
устанавли-
ваемая на
сварочных
роботах

Кроме стационарных установок, для автоматизации лазерно-дуговой сварки уже есть опыт монтажа горелок на сварочном тракторе, в частности, при гибридной сварке плоскостных секций в судостроении. Облегчение интеграции лазерно-дуговой сварки в общий технологический процесс производства сварных узлов или конструкций, а также его максимальную автоматизацию обеспечивает роботизация этого процесса. Горелка для лазерно-дуговой сварки при транспортировке луча по оптическому световоду легко монтируется на сварочном роботе (рис. 3). Роботизированная лазерно-дуговая сварка обеспечивает высокий уровень автоматизации, даже в условиях малых

и средних предприятий, высокую производительность и качество сварных соединений, экономию энергии и расходных материалов, а также улучшает экологичность производства. Производительность процесса лазерно-дуговой гибридной сварки фактически определяется скоростью сварки. Для протяженных прямолинейных соединений стали толщиной 8–12 мм с Y-образной разделкой скорость сварки составляет в среднем 0,5–1,0 м/мин (при $P=1,5...3,0$ кВт), а для сварки (на спуск) кольцевых стыков труб с толщиной стенки 8–10 мм и Y-образной разделкой (притупление 6–8 мм) она равна 0,5–0,65 м/мин (лазер 6,5 кВт).

Гибридная лазерно-дуговая сварка сегодня — это перспективная инновационная технология сварки, которая в ряде производств уже принята в качестве базовой технологии и активно внедряется при создании современных систем изготовления и монтажа сварных конструкций различного назначения.

Наряду с развитием лазерно-дуговой сваркой ведутся интенсивные разработки в области других гибридных технологий сварки, в частности, лазерно-плазменной, светолазерной и лазерно-дуговой под флюсом. Эти технологии имеют свои особенности, но пока не получили должного промышленного применения, поэтому ниже представлены более кратко.

Гибридная лазерно-плазменная сварка — это фактически разновидность лазерно-дуговой сварки. В данном процессе лазерный пучок сочетается с дуговой (сжатой) плазмой, также обеспечивая совместное воздействие на сварочную ванну двух концентрированных источников теплоты. При лазерно-плазменной сварке обычно используют интегрированные плазмотроны. Разработаны два вида таких плазмотронов — прямого и косвенного действия. У плазмотрона прямого действия анодом является изделие, а у плазмотрона косвенного действия — анодом служит сопло плазмотрона. Первый тип плазмотрона более универсален и применим при сварке, резке и наплавке металлических материалов.

Особенности лазерно-плазменного процесса основаны на том, что лазерный пучок, проходя через плазменную дугу, существенно повышает температуру плазмы, тем самым контрагирует дуговую плазму и увеличивает ее электропроводность, что и повышает концентрацию электрической энергии в плазменно-лазерном источнике сварочно-

го нагрева. Сочетание плазменной дуги и лазерного излучения в одном столбе сопровождается своеобразным синергетическим эффектом повышения проплавляющей способности и скорости сварки. Соединение тут двух процессов сварки в единый технологический процесс в итоге позволяет достичь расширения технологических возможностей по воздействию на сварочную ванну и образованию качественных сварных соединений при одновременном сокращении энергозатрат. Получил определенное практическое применение и процесс гибридной лазерно-микроплазменной сварки.

Лазерно-плазменный процесс при соответствующей конструкции горелки-плазмотрона позволяет осуществлять и наплавку, и нанесение покрытий. Для нанесения покрытий используют плазмотроны косвенного действия.

Свето-лазерная гибридная сварка основана на совмещении для сварочного нагрева двух однородных источников энергии — когерентного лазерного излучения и мощного полихроматического светового потока, сфокусированных в зоне сварки. Для светолазерной сварки может быть принята комбинация CO_2 -лазера или лазера твердотельного, включая волоконный, с газоразрядным световым источником (ксеноновая лампа мощностью 1–5 кВт или специальная лампа типа ДК ШРБ мощностью 5 кВт). Излучатель света размещается в параболическом концентраторе рефлектора с системой дополнительных отражателей, позволяющим получать равномерно сфокусированный световой поток. Два источника лучевой энергии могут располагаться как под определенным углом к поверхности свариваемых деталей, так и по отношению друг к другу (рис. 4). Возможна схема совмещения источников по одной оси, когда лазерный луч пропускают сквозь параболический концентратор-рефлектор и оба излучения фокусируются в одной точке сварочной ванны.

Принципиальное отличие и основное преимущество светолазерной технологии состоит в том, что при использовании для нагрева сварочной ванны два однородных источника излучения создают условия плавного регулирования температуры в широком диапазоне по заданному термическому циклу. Снижение жесткости термического цикла лазерной сварки достигается наложением более мягкого цикла светового излучения и степени его фокусировки по ширине

шва. Располагая источники в различных положениях по ходу сварки, световое излучение может обеспечить режим предварительного, сопутствующего или послесварочного нагрева для лазерной сварки по заранее заданному термическому циклу. Предварительный нагрев свариваемых кромок световым лучом позволяет «стягивать» зазор, что желательно для лазерной сварки металла малых толщин, требующей минимальных, практически нулевых зазоров в стыке.

Увеличение объема ванны при светолучевой сварке, уменьшение коэффициента формы шва и снижение чувствительности к колебаниям зазора в свариваемом стыке расширяет возможности процесса, способствующие улучшению качества сварки тонколистовых металлов при некотором снижении производственных издержек. Программирование термического цикла гибридного лазерно-светового процесса также облегчает, по сравнению с лазерной сваркой, соединение тонколистовых изделий из материалов с повышенными физико-механическими свойствами (стали высоколегированные и высокопрочные, композиционные сплавы и др.).

Исследования последних лет позволяют сделать вывод, что одновременное использование для сварочного нагрева когерентного и полихроматического потоков лучистой энергии является перспективным для светолучевой сварки тонколистовых изделий и более технологичным и экономичным по сравнению с канонической лазерной сваркой, особенно для таких отраслей, как точное приборостроение, радиоэлектроника и др.

Лазерно-дуговая сварка под флюсом LUPuS (Laser-Unterpulver-Hybrid-Schweißen) представляет новую разновидность гибридной сварки плавлением. Как было сказано выше, при лазерно-дуговой сварке глубина проплавления определяется в основном мощностью и степенью концентрации лазерного излучения, а ширина шва и формирование валика — сварочной дугой (МИГ/МАГ) и прежде всего её напряжением. В отдельных случаях при той же мощности лазера при сварке металла малых и средних толщин можно почти вдвое увеличить скорость гибридной сварки по сравнению со скоростью сварки только одним лазером. Гибридный способ лазерно-газоэлектрической сварки плавящимся электродом частично устраняет недостатки лазерной сварки, допуская большие зазоры в стыке и регулируя за счет присадки структуру шва.

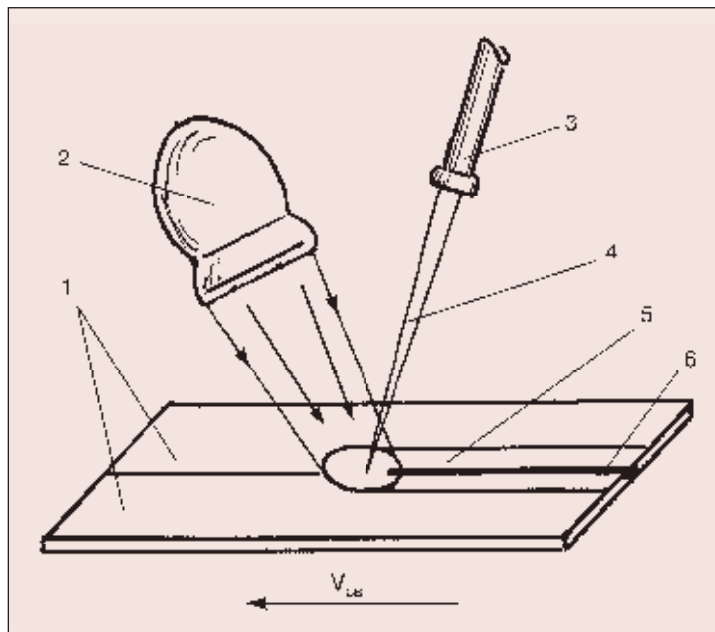


Рис. 4. Схема светолучевой гибридной сварки: 1 — свариваемые пластины; 2 — рефлектор светового источника; 3 — лазерная головка; 4 — лазерный пучок; 5 — зона нагрева металла световым источником; 6 — сварной шов

Однако при лазерно-дуговой однопроводной сварке на больших скоростях сталей толщиной 10–12 мм и более уже не всегда могут быть обеспечены условия для достаточной дегазации корневой части швов, выполненных лазерным излучением. Снижение скорости сварки, увеличивая время пребывания металла шва в расплавленном состоянии, отчасти решает эту проблему, но резко отражается на производительности.

В этих условиях оказалось привлекательным исследовать возможность замены в гибридном лазерно-дуговом процессе однопроводной сварки толстого металла газоэлектрической сварки (МИГ/МАГ) на более мощный процесс дуговой сварки — сварку под флюсом (СПФ). Электродуговая сварка под флюсом — традиционный способ автоматической сварки металлов в широком диапазоне толщин, которому присущи большой объем наплавленного металла, характерная форма шва и высокое качество сварного соединения. Ранее применявшееся на практике сочетание лазерной сварки и сварки под флюсом осуществлялось в различных, отстоящих друг от друга сварочных ваннах. В большинстве случаев лазерное излучение использовалось для предварительного нагрева кромок перед их последующей сваркой под флюсом.

Соединить два процесса — сварку лазером и сварку под флюсом в одной свароч-

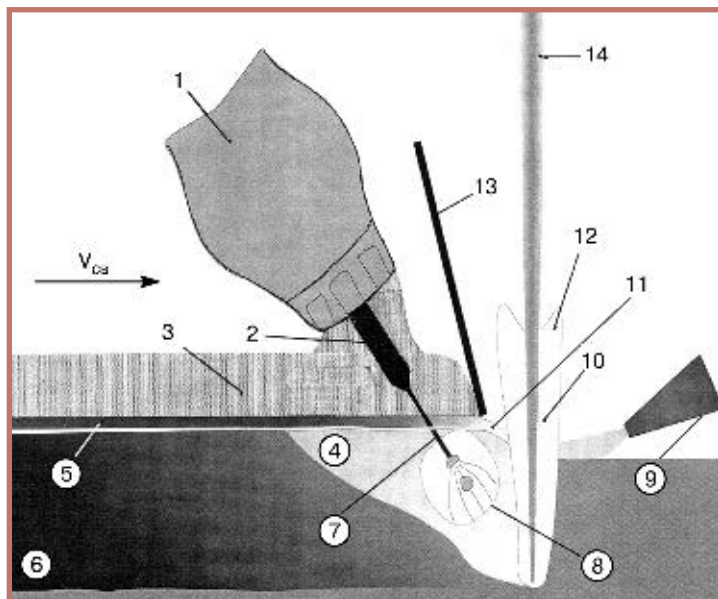


Рис. 5. Схема гибридной лазерно-дуговой сварки под флюсом (LUPuS): 1 — бункер для флюса; 2 — контактный мундштук; 3 — флюс; 4 — ванна жидкого металла; 5 — шлаковая корка; 6 — металл сварного шва; 7 — сварочная проволока; 8 — зона горения дуги; 9 — сопло подачи гелия; 10 — парогазовый канал; 11 — расплавленный флюс; 12 — исходящие плазма и пары металла; 13 — разделительная пластина; 14 — лазерный пучок

ной ванне изначально представлялось трудно осуществимым и даже нереальным, так как зерна флюса должны были попадать в парогазовый канал лазерного излучения и



Рис. 6. Макрошлиф стыкового соединения стали толщиной 20,3 мм с Y-образной разделкой кромок плазменной резкой с нулевым зазором в притуплении. Сварка лазерно-дуговая под флюсом (лазер 20 кВт, $V_{св} = 0,8$ м/мин)

нарушать стабильность процесса. Предстояло решить проблему ввода луча непосредственно в парогазовый пузырь дуги горячей под флюсом, которая бы исключала попадание в зону луча нерасплавившихся зерен флюса. Такое решение было найдено специалистами Аахенского Института сварки и соединений (ISF RWTH), которые предложили и запатентовали специальное приспособление к мундштуку сварочной горелки в виде разделительной пластины (шибера) между лазерным лучом и флюсом, подаваемым в зону сварки (рис. 5). Защитный газ, необходимый для сварки лазерным лучом, подается и на разделительную пластину против направления сварки. Это позволяет сдувать зерна флюса, которые могут попасть в зону лазерного луча через зазор между изделием и пластиной-шибером. Играет роль и расстояние между свариваемым изделием и разделительной пластиной. С одной стороны оно должно быть минимальным, чтобы в зону лазерного луча попадало как можно меньше зерен флюса, а с другой — достаточно широким, чтобы образующаяся расплавленная шлаковая корка не прилипала к шиберу. Имеет значение и угол наклона пластины-шибера, он должен исключать возможность ее оплавления дугой или лучом лазера.

Отработку технологии односторонней лазерно-дуговой сварки под флюсом проводили на образцах конструкционной стали толщиной 8–20 мм. Применяли технологический CO_2 -лазер мощностью 20 кВт и СПФ проволокой диаметром 1,6 мм. Металл средней толщины (8–10 мм) хорошо сваривается со скоростью 1,6 м/мин (без зазора) и 1,4–1,2 м/мин с зазором. Для более толстого металла (20–30 мм), применяемого в судостроении и производстве электросварных труб, необходима специальная Y-образная разделка кромок, которая может быть выполнена плазменной резкой.

На рис. 6 представлен макрошлиф одностороннего сварного соединения металла толщиной 20,0 мм с Y-образной разделкой кромок и нулевым зазором в притуплении, выполненного лазерно-дуговой сваркой под флюсом. Форма сварного шва характерна для лазерно-гибридных технологий сварки плавлением — грибовидная.

Можно полагать, что дальнейшие развитие исследований и разработок в этом направлении позволит в ближайшее время получить производственно надежную и эффективную гибридную технологию лазер-

но-дуговой сварки под флюсом (LUPuS) металлов средних и больших толщин. Такой процесс, в котором удачно сочетаются преимущества лазерной сварки и сварки под флюсом, может получить достаточно широкое применение в производстве ответственных конструкций и сооружений в судостроении, энергетическом машиностроении, трубосварочном производстве, в производстве балок мостов и др.

Гибридно-лазерные процессы сварки, относящиеся к новым оригинальным технологиям, требуют дальнейшего развития фундаментальных исследований природы этих процессов и физических механизмов сочетания различных источников нагрева при сварке, обеспечивающих более широкие технологические возможности и высокое качество соединений при снижении энергозатрат. Исследования лазерно-гибридных технологий сварки плавлением наиболее активно ведутся в Институте сварки и соединений — ISF RWTH (Германия); в Огайском университете (США); в Институте сварки — TWI (Великобритания); в МГТУ им. Н. Э. Баумана; в Институте лазерных и сварочных технологий при СПб ГТУ; в ФГУП НПО им. С. А. Лавочкина (Россия) и в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины.

Лазерно-гибридные технологии сварки — это высокие инновационные технологии, уже получившие определенное признание у специалистов-производственников и имеющие хорошие перспективы их применения, в первую очередь, в относительно развитых отраслях сварочного производства.

Гибридные технологии неразъемного соединения. К концу прошлого столетия в мировом сварочном производстве стало заметно возрастать применение альтернативных сварке технологий неразъемного соединения, так называемых технологий «холодного» соединения, без расплавления металла. В основном, к ним относится процесс механического соединения и склеивание. Области их применения — это производство или монтаж изделий, конструкций и их элементов из тонколистовой стали, в том числе и с покрытием, сплавов алюминия, магния и меди, а также из их сочетаний с композитными материалами и пластмассами.

К механическим неразъемным клинчсоединениям относятся точечные клинчсоединения с продавливанием или с просечкой соединяемых листов, а также точечные прессовые соединения с применением

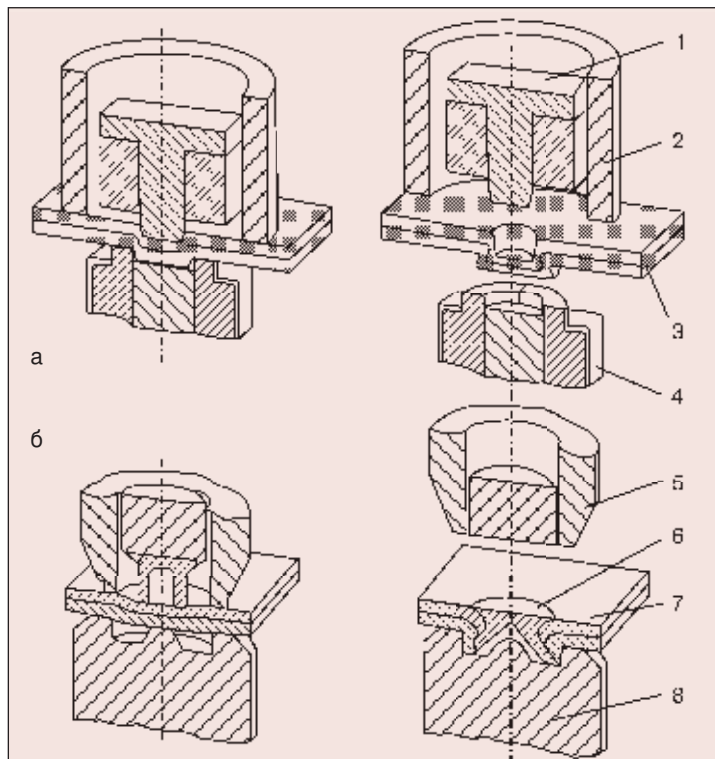


Рис. 7. Технологическая схема формирования механических соединений тонколистового металла: а — клинч-соединение с продавливанием; б — соединение штамповкой полых заклепок (1 — пуансон; 2 — прижимное устройство; 3 — соединяемые листы; 4 — наковальня — расширяющая матрица; 5 — прижимное устройство с пуансоном; 6 — полая заклепка; 7 — соединяемые листы; 8 — кольцевая матрица с выступом по центру)

специальных полых заклепок. Клинчсоединения (clinch) соединения в производстве выполняют на специальных одно- или многопозиционных пресс-установках, а при монтаже — с помощью специальных пневматических пресс-клещей. При выполнении соединения заклепками клещи или каждую прессовую «колонку» снабжают автоматическим питателем для подачи полых заклепок. Осуществление каждого клинчсоединения или заклепочного соединения в зависимости от типа материала и его толщины предусматривает применение пуансона и матрицы-наковальни соответствующей геометрии и размеров; в этом их определенный недостаток. Принципиальная схема процесса механического соединения состоит в следующем: после фиксации листов прижимным элементом пресс-«колонки», цилиндрический пуансон продавливает соединяемые листы до контакта с матрицей-наковальней и осадкой в ней образовавшегося выступа металла при одновременном раскрытии кольцевой матрицы (рис. 7, а).

При механическом соединении просечкой (с загибом) пуансон и матрица имеют

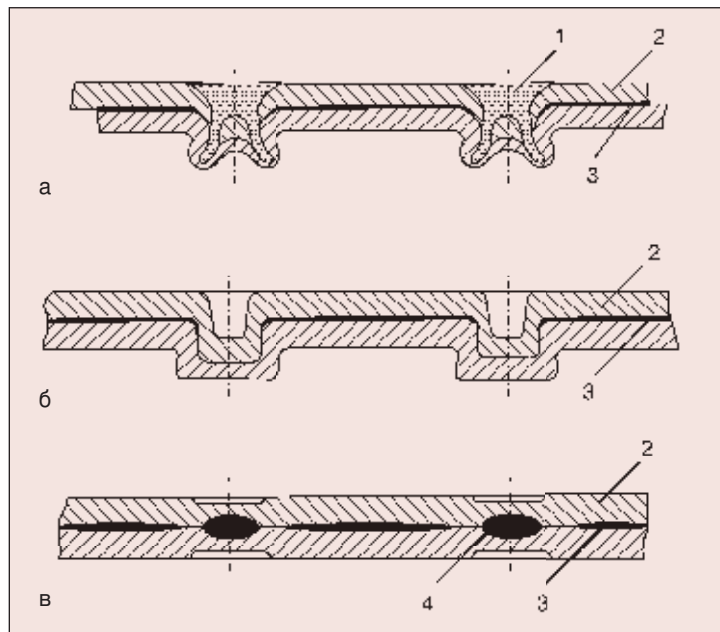


Рис. 8. Гибридные клее-механические соединения: а — соединение полыми заклепками; б — клинч-соединение; в — точечное сварное соединение (1 — полая заклепка; 2 — соединяемые листы; 3 — прослойка клея; 4 — сварная точка)

прямоугольную форму; соединяемые листы просекают насквозь по трем сторонам пуансона до контакта с матрицей-наковальней, где просечка отгибается и осаживается (рис. 7, а). Такое соединение при его простоте имеет все же ограниченное применение, так как оно не герметично и пригодно для соединения однородных или разнородных материалов только с хорошей пластичностью и малой толщиной.

Принцип формирования механического соединения с применением полых трубчатых заклепок (процесс SPR) состоит в следующем: соединяемые листы или детали устанавливают в штамп (переносной или стационарный), фиксируют прижимным устройством, а затем пуансоном в верхний лист вдавливают специальную полую заклепку. Нижний лист остается непрошитым, а часть металла соединяемых листов и заклепки со стороны матрицы образует цилиндрический выступ (рис. 7, б). Длительность одной операции по соединению с заклепкой — 1 с. При таком соединении не разрушается защитное покрытие листов (цинковое, хромированное, лаковое и др.). Плоскую наружную головку заклепки обжимают заподлицо. В зависимости от типа соединяемых материалов и их толщины применяют выпускаемые серийно полые заклепки различного типоразмера, обычно патентуемые фирмами, их производящими,

например, широко известные заклепки «Rivset».

Преимущества клинчерных и клепаных соединений тонкого металла заключаются в отсутствии деформаций, низкой энергоёмкости и возможности соединения разнородных материалов, в том числе с покрытием. Области применения таких соединений тонколистовой стали и сплавов алюминия — это автомобилестроение, легкие строительные конструкции, вагоностроение, вентиляционные системы, электромашиностроение, производство бытовой техники и др. В отдельных случаях такие соединения удачно заменяют контактную точечную сварку.

Неразъемные соединения конструкционных материалов малых и средних толщин на основе применения клеев получили достаточно широкое применение в авиа- и автомобилестроении, в производстве бытовой техники, легких конструкций и т.п. Преимущество клеевых соединений заключается в двумерном перераспределении нагрузки, отсутствии термического воздействия, а следовательно, и деформаций, возможность соединения разнородных и разнотолщинных материалов, герметичность нахлесточного соединения. Серийный рынок сегодня предлагает большую гамму клеев различного назначения и специальные роботы для нанесения клеевых композиций на соединяемые детали и листы.

Процесс склеивания нахлесточных соединений удачно сочетается с такими механическими процессами, как клинчерное или заклепочное соединение штамповкой, и образует класс гибридных неразъемных клее-механических соединений (рис. 8). Промежуточное положение занимают клее-сварные соединения, выполненные контактной точечной сваркой (см. рис. 8). Гибридные клее-механические и клее-сварные нахлесточные соединения тонколистовой стали и сплавов алюминия разной толщины и с различными покрытиями находят все более широкое применение в авиа- и автомобилестроении, в производстве изделий бытовой техники и вентиляционных систем, в изготовлении легких сварных конструкций в судостроении и строительстве и др. Отличительные особенности и технологические возможности гибридных клее-механических соединений сформировали и новые подходы к проектированию узлов и изделий из тонколистового металла, металла с покрытиями и разнородных их сочетаний.

Список литературы

1. *Diebold T.P. and Albright C.E. Laser — GTA welding of Aluminium Alloy//Welding Journal. — №6. — 1984 г.*
2. *Diltey U., Woeste K., Wagner N. Laser — Strahl—MIG—Hibridschweiben von Aluminium und Magnesiumlegierung.// Schweiben und Schneiden.— № 1. 2007.*
3. *Миддельдорф К., Хофе Д. Тенденции развития технологий соединения материалов // Автоматическая сварка. — № 11. — 2008.*
4. *Шиганов И.Н. Гибридные технологии // Сварка и диагностика. — № 4. — 2007 г.*
5. *Дилтай У. Сварка и соединение — ключевые технологии третьего тысячелетия. // Автоматическая сварка. — № 11. — 2008 г.*
6. *Бернадский В.Н. Тонколистовые сварные составные заготовки «Tailored Blanks» в автомобилестроении.// Сварочное производство. — № . — 2001 г.*
7. *Шелягин В.Д., Хаскин В.Ю. и др. Гибридная сварка излучением CO₂-лазера и дугой плавящегося электрода в углекислом газе. // Автоматическая сварка. — № 10. — 2002 г.*
8. *Keitel S., Neubert J. Laser — GMA hibrid welding — Application in pipeline construction// Welding and Cutting. — № 4. — 2009.*
9. *Алексеев Г.М., Дилтай У. и др. Перспективы применения свето-лазерных технологий. // Автоматическая сварка. — № 5. — 2005 г.*
10. *Kubaneck M. LUPuS: Laser — Unterpulver — Hybrid — schweiben — Erfahrungen aus der Forschung// Schweissen und Schneiden.- № 12.- 2006.*
11. *Райзген У., Ольшок С. Гибридная лазерно-дуговая сварка под флюсом. // Автоматическая сварка. — № 4. — 2009 г.*
12. *Hahn O., Peetz A. Improvemen of the Joint Element properties through the combination of mechanical Fasteners and adhesive bonding// Welding in the world.- №3. — 1999.*

● #1012

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ



Кайдалов А. А. Современные технологии очистки поверхностей конструкционных материалов: научно-производственное издание. — К.: Университет «Украина», 2009. — 540 с.

Изложены современные данные об основах физики и технологий очистки поверхностей конструкционных материалов с применением различных методов химической, механической и термической очистки. Описаны технические требования, принципы построения и характеристики современного отечественного и зарубежного оборудования для всех методов очистки. Даны сведения по охране труда и окружающей среды при наиболее распространенных методах очистки. Освещен опыт промышленного применения всех технологий очистки. Рассмотрены требования к очистке поверхности материалов перед выполнением сварки и родственных процессов обработки, а также технологии очистки поверхностей основных конструкционных металлов и сварочной проволоки. Приведены сведения о стандартах в области очистки поверхностей конструкционных материалов.

Для научных и инженерно-технических работников, занятых в машиностроении, металлургии и других отраслях, связанных с изготовлением изделий, требующих очистки в процессе их производства и эксплуатации. Может быть полезна преподавателям и студентам вузов.

Рекомендовано к печати Советом Общества сварщиков Украины (Протокол № 11 от 02.06.2009 г.).

Рецензент: А. И. Рымкевич, докт. техн. наук, ОАО «НПО «ЦНИИТМАШ», Москва, Российская Федерация.

Заказы направляйте по адресу: 03150, Киев, ул. Горького, 66, издательство «Экотехнология».
Тел./факс +380 44 287 6502. E-mail: welder@welder.kiev.ua.

Система технического зрения для автоматического слежения за стыком при дуговой сварке

Е. В. Шаповалов, канд. техн. наук, В. А. Коляда, Д. Д. Топчев, Н. Ф. Луценко,
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Автоматизация процесса сварки решает проблему освобождения человека от выполнения однообразных или сложных технологических операций, одной из которых является наведение сварочного инструмента на стык. Необходимость в автоматизации данной операции обусловлена потребностью в повышении качества сварного шва и снижении себестоимости серийно выпускаемой продукции.

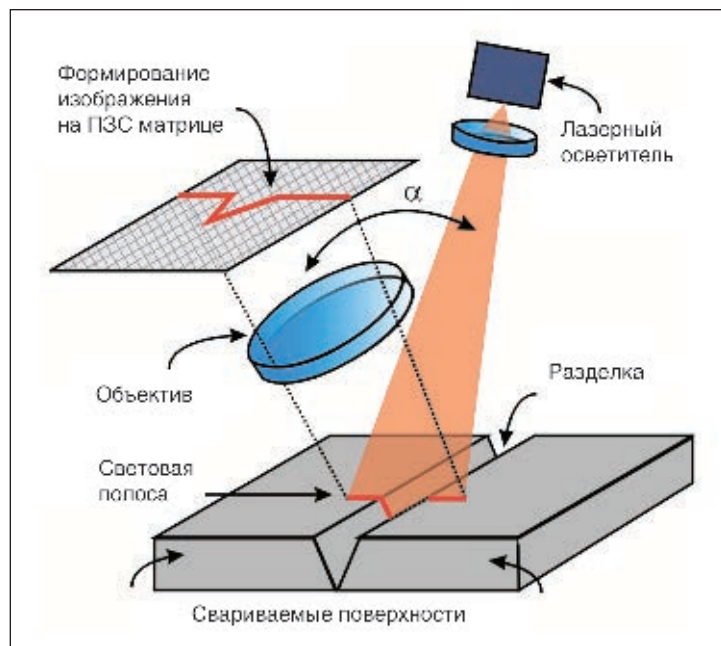


Рис. 1. Схема работы системы технического зрения триангуляционного типа

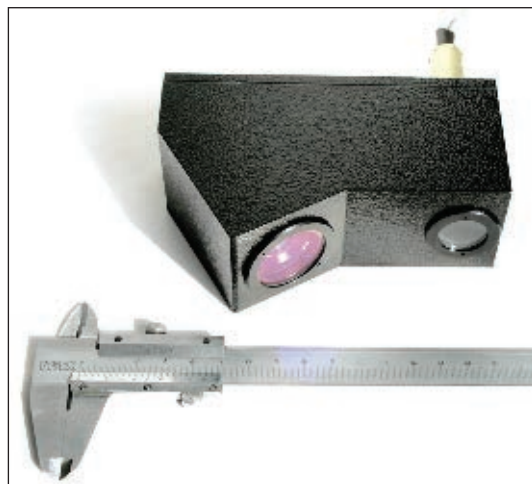


Рис. 2. Сенсор триангуляционного типа

Классическая система автоматического наведения сварочного инструмента на стык состоит из исполнительного механизма, регулятора и средств обратной связи. Средства обратной связи предназначены для формирования сигнала ошибки и информации об отклонении сварочного инструмента от линии стыкового соединения. Разработано множество различных типов сенсоров, которые могут использоваться в качестве средств обратной связи. По принципу получения информации о положении стыка относительно сварочного инструмента сенсоры можно классифицировать на несколько типов: оптические, электродуговые, индуктивные, тактильные и др. Оптические сенсоры являются бесконтактными и отличаются высокой точностью, информативностью и надежностью.

Оптические сенсоры, разработанные в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, позволяют реализовать не только слежение за стыком, но и удаленное наблюдение за зоной сварки. Это очень удобно, когда присутствие сварщика в зоне сварки невозможно по той или иной причине, например, в зоне работы сварочного робота или при сварке внутренних швов труб.

Известны три основных способа анализа трехмерных сцен: использование структурированного подсвета, стереоанализ с помощью бинокулярных телевизионных систем и определение дальностной картины с помощью сканирующих дальномеров. Среди оптических систем, применяемых в автоматической сварке сегодня, приоритетное место занимают сенсоры, работающие на основе метода «светового сечения» (рис. 1). Данный метод относится к триангуляционным. Один из малогабаритных оптических сенсоров триангуляционного типа, разработанных ИЭС им. Е. О. Патона, показан на рис. 2. Сенсор состоит из генератора световой плоскости и видеокамеры. В качестве источника излучения в генераторе световой плоскости обычно используют лазер.

Световая полоса, образованная пересечением световой плоскости с изделием, полностью повторяет рельеф свариваемых поверхностей, что в свою очередь фиксирует видеокамера. Поскольку между плоскостью, в которой лежат лучи, образующие световую полосу, и осью визирования видеокамеры существует некий угол триангуляции, то это дает возможность определить расстояние от сенсора до свариваемых поверхностей. При установке сенсор калибруется на определенном расстоянии от свариваемых поверхностей и если в процессе сварки это расстояние изменяется, то сенсор соответственно формирует управляющие воздействия на исполнительные механизмы. К параметрам стыка или разделки свариваемых кромок, по которым вырабатываются команды управления, относятся: зазор в стыке свариваемых кромок, превышение одной кромки над другой, вид разделки свариваемых кромок, а также некоторые другие параметры стыка или разделки свариваемых кромок, учитывающие специфику дуговой сварки конкретных изделий или металлоконструкций. Оптический сенсор позволяет получить вышеперечисленные параметры стыка и выработать управляющие сигналы в масштабе реального времени.

Характерной особенностью оптических сенсоров является их инвариантность к различным видам помех, таким как застывшие брызги расплавленного металла, царапины, ржавчина, нагар, заусенцы, следы фрезы или резца, блики, засветки от дуги и т. п. Инвариантность сенсоров к различным видам помех достигается благодаря использованию интеллектуальных алгоритмов при обработке телевизионных изображений, а также применению статистических методов обработки сигналов.

Имеются модификации данной сенсорной системы для работы на поверхностях с высоким коэффициентом отражения, например, на зачищенных алюминиевых поверхностях, свежefрезерованных стальных поверхностях, а также с возможностью слежения за стыком с зазором, близким к нулю. Это достигается за счет того, что, помимо лазерного осветителя, в модификациях сенсора используют источник рассеянного света, что позволяет при соответствующей обработке получить направление линии стыкового соединения, а также расстояние до свариваемых поверхностей.

Обеспечивая устойчивое слежение за стыком свариваемых кромок непосредст-

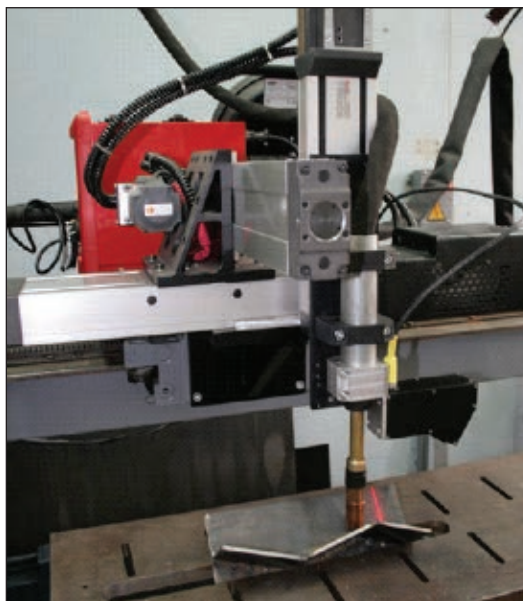
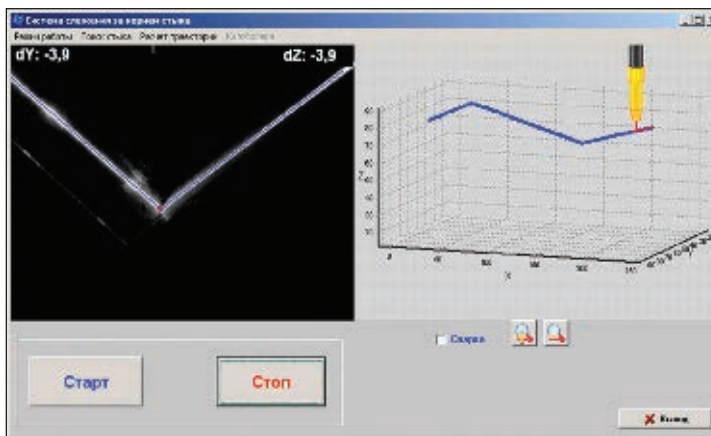


Рис. 3. Следящая система для роботизированной дуговой сварки криволинейных стыков



венно в процессе сварки, оптические сенсоры могут способствовать существенному улучшению качества сварных соединений в высокоорганизованном сборочно-сварочном производстве металлоконструкций:

- при изготовлении железнодорожных вагонов, цистерн, трамвайных вагонов и вагонов метрополитена;
- в робототехнике: автоматическая сварка стыков со сложной пространственной траекторией. На основании данных, получаемых от системы технического зрения, роботизированная система в процессе сварки автоматически формирует сложную траекторию движения сварочного инструмента с учетом транспортного запаздывания (рис. 3);
- при производстве труб большого и малого диаметра: нефте- и газопроводы, химические продуктопроводы, трубопроводы для домашнего использования, гибкие трубопроводы, трубы для медицинских целей (рис. 4);

Рис. 4. Применение системы технического зрения в трубной промышленности: а — сварка труб большого диаметра под флюсом, б — аргонодуговая сварка

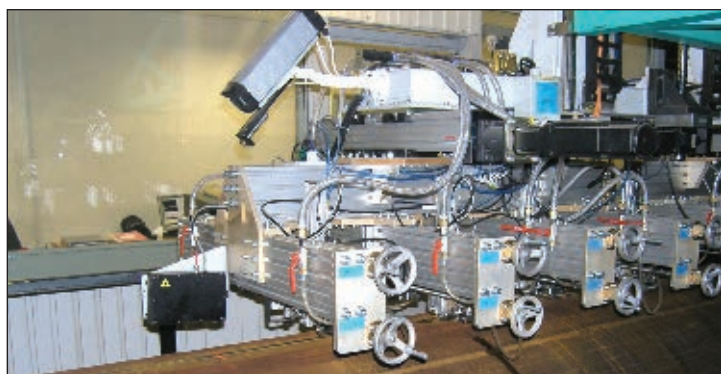
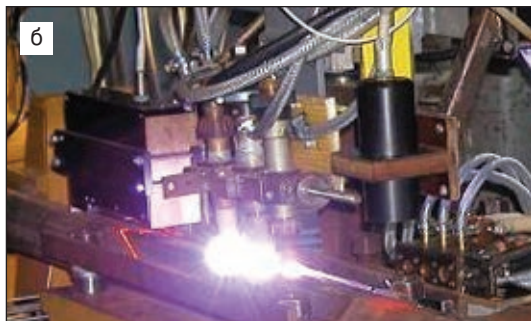


Рис. 5. Оптический сенсор для автоматизации ультразвукового контроля сварных швов

- при производстве опор для систем освещения на спортивных стадионах и на городских улицах;
 - в системах управления формой валика усиления сварного шва.
- Оптические сенсоры применяют при всех процессах дуговой сварки, в том числе при наличии прихваток и поперечных колебаний сварочной головки. Сенсоры способны отслеживать траекторию стыка с зазором, близким к нулю, обеспечивать автоматическое совмещение с точностью до нескольких десятых долей миллиметра траектории перемещения сварочной головки и траектории стыка.
- Оптические сенсоры, разработанные в ИЭС им. Е. О. Патона, являются бесконтактными и инвариантны к оптическим свойствам свариваемых поверхностей, в том числе зачищенным, полированным, частично окисленным или частично загрязненным поверхностям. Также оптические сенсоры имеют выводы для адаптивного управления сваркой. По желанию заказчика сопряжение с манипулятором или сварочным оборудованием обеспечивается через аналоговый, цифровой или серийный интерфейсы.
- Следует отметить, что оптические сенсоры можно применять и при автоматизации процессов после сварки. Речь идет о высокоскоростных «инспекторах» сварных швов, позволяющих обрабатывать до нескольких тысяч изображений в секунду. Благодаря высокоскоростным измерениям можно получить объемную модель валика усиления сварного шва, автоматически обнаруживать прожоги, отклонения от заданных геометрических параметров сварного шва. В ИЭС им. Е.О. Патона имеется опыт по внедрению оптических сенсоров в составе систем автоматического ультразвукового контроля сварных швов (рис. 5).
- Оптический сенсор позволяет формировать соответствующие сигналы коррекции положения УЗ датчиков относительно центра сварного шва.
- Благодаря оснащению технологического оборудования оптическими сенсорами, сокращаются затраты на сборочно-сварочные операции и операции контроля параметров усиления сварных швов экономится рабочее время, увеличивается производительность, уменьшается влияние человеческого фактора на качество сварных швов. Также уменьшается себестоимость выпускаемой продукции за счет предотвращения неисправимого брака.

• #1013

ПЕРЕДПЛАТА 2010

*Поспішайте
оформити річну
передплату на
улюблені видання*



**У КОЖНОМУ ПОШТОВОМУ ВІДДІЛЕННІ УКРАЇНИ
ТА НА САЙТІ WWW.PRESA.UA**

Циклоконверторные источники питания для электрошлаковых процессов

Н. А. Макаренко, А. В. Грановский, А. А. Богуцкий, Н. А. Грановская, Донбасская государственная машиностроительная академия (Краматорск)

Электрошлаковые технологии (сварка, переплав, плавка металлов, наплавка, термообработка, литье) нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Особый интерес представляет электрошлаковая плавка металлов, позволяющая снизить потери на угар по сравнению с потерями при дуговой и индукционной плавками (особенно при переработке стружки) и резко повысить качество металла, при этом жидкий металл можно использовать непосредственно для производства отливок.

При одинаковых параметрах процессов (мощности и производительности) стоимость электрошлаковых установок значительно ниже, чем индукционных, к тому же электрошлаковые установки гораздо проще в эксплуатации и обслуживании, в связи с чем задача совершенствования оборудования для электрошлаковых процессов, в частности источников питания, является актуальной.

Известно, что традиционные источники питания электрошлаковых процессов — трансформаторы. Обычно в промышленности используют однофазные трансформаторы, и только при электрошлаковой сварке тремя электродами нашли применение трехфазные. Разработано значительное количество трансформаторов типа ТШС, ТРМК, ТШП. Однако данные трансформаторы имеют ряд недостатков. Так, однофазные неравномерно загружают трехфазную сеть, что, учитывая большую мощность установок, создает значительные трудности с электропитанием.

Известно, что мощные электрошлаковые установки имеют значительные ферромагнитные массы во вторичном контуре (короткой цепи). Например, стальные колонны для подачи электрода, детали плавильного тигля и т. п., а при применении стального плавящегося электрода и сам электрод. Наличие ферромагнитных масс приводит к значительной индуктивности короткой цепи, при этом для переменного тока короткая цепь представляет индуктивное сопротивление

$$X_L = 2\pi fL, \quad (1)$$

где f — частота тока (50 Гц); L — индуктивность короткой цепи.

При прохождении тока на индуктивном сопротивлении образуется падение напряжения

$$U_L = IX_L, \quad (2)$$

где I — сила тока в короткой цепи, А; U_L — напряжение на индуктивном сопротивлении короткой цепи, В.

Учитывая большие значения силы тока, характерные для электрошлаковых процессов, значения U_L могут достигать десятков вольт, что приводит к неоправданно большим потерям электроэнергии. В связи с этим появилась необходимость создания новых типов источников питания, равномерно загружающих трехфазную сеть и обеспечивающих снижение потерь электроэнергии на индуктивном сопротивлении короткой сети электрошлаковой установки.

Целью работы является создание источников питания для электрошлаковых процессов, обеспечивающих снижение потерь электроэнергии при равномерном нагружении трехфазной сети.

Как следует из выражения (1), снизить индуктивное сопротивление короткой цепи возможно за счет уменьшения индуктивности L . Однако создание электрошлаковой установки с малой величиной L — конструктивно сложная задача, так как с увеличением мощности установок растет масса электрода, что приводит к росту массы деталей установки и связано с требованиями, предъявляемыми к ее прочности и жесткости. Возможно также уменьшение частоты тока f , что также приводит к уменьшению величины X_L (2), однако уменьшение частоты тока при питании установки от однофазного трансформатора малоэффективно, так как сохраняются пульсации тока, т. е. значение силы тока будет все время изменяться во времени, что обуславливает значительные потери на индуктивном сопротивлении.

Следует отметить, что в этом случае некоторое снижение потерь электроэнергии все же будет иметь место за счет отсутствия потерь при перемагничивании ферромагнитных масс, находящихся внутри контура

короткой цепи. В связи с вышеизложенным разработан трехфазный источник питания, имеющий во вторичной цепи циклоконвертор — инвертор, ведомый сетью.

Циклоконвертор позволяет сформировать на выходе источника питания разнополярно-импульсный ток частотой от 1 до 10 Гц, при этом имеет место прямоугольная форма импульсов (изменение силы тока наблюдается лишь в начале — передний фронт и в его конце — задний фронт).

В течение остального времени прохождения импульса значение силы тока является практически постоянным. Расчеты показали, что применение циклоконверторного источника питания пониженной частоты позволяет снизить потери электроэнергии на индуктивном сопротивлении короткой цепи на 70%, при этом данный источник питания обеспечивает равномерную загрузку трехфазной сети.

Донбасской государственной машиностроительной академией (Краматорск) совместно с ООО «Импульс-2» (Славянск) построен циклоконверторный источник питания TOP2KA (рисунки), рассчитанный на силу тока 2000 А при ПВ=100% с плавной регулировкой частоты разнополярно-импульсного тока (в пределах от 1 до 10 Гц), защищенный от перехода электрошлакового процесса в дуговой. Предусмотрено устройство для холодного старта электрошлакового процесса, что делает его перспективным для использования на небольших предприятиях, перерабатывающих стружку, утилизирующих собственные отходы или производящих отливки до 100 кг (по стали). Источник питания может также быть применен и для других электрошлаковых процессов: переплава, сварки, наплавки и т. п.

В настоящее время готовится к выпуску более мощный источник питания, рассчитанный на силу тока до 5000 А. В разработке находятся источники питания, рассчитанные на силу тока до 9000 и 14 000 А.



Рисунок.
Цикло-
конверторный
источник
питания
TOP2KA

Подводя итог, можно сказать следующее. Во-первых, испытания показали, что циклоконверторные источники питания для электрошлаковых процессов позволяют вести процесс на разнополярно-импульсном токе пониженной частоты, что обеспечивает резкое снижение потерь электроэнергии на индуктивном сопротивлении контура короткой цепи. Во-вторых, установлено, что циклоконверторные источники питания равномерно загружают все три фазы питающей трехфазной сети. Форма разнополярных импульсов циклоконверторного источника питания близка к прямоугольной. В-третьих, циклоконверторные источники питания целесообразно применять как на небольших предприятиях (для производства мелких отливок, переработки стружки и отходов металла), так и на крупных (для электрошлаковой сварки, переплава, термообработки, литья).

● #1014

Донецкие металлурги отливают колокола для европейских храмов

Свой голос обрел в Дрездене православный храм преподобного Симеона Дивногогорца. А отлили его в Донецке, на металлургическом заводе, где еще в 2001 г. был создан специальный участок по производству колоколов. Как сообщил начальник участка Сергей Самойлов, в Дрезден отправлен целый их оркестр — восемь звонов общим весом в 1585 кг.

Донецкие колокола сегодня звучат не только в Германии, но и в России, Грузии, Греции. А самый большой звон в Донецке отлили для Болдинского мужского монастыря. Его вес составил 13,5 т. В марте нынешнего года мастера Донецкого металлургического завода изготовили юбилейный тысячный колокол. Работа над созданием колоколов продолжается.

Примечательно, что, несмотря на кризис, заказов у колокольных дел мастеров не убывает.

www.prometal.com.ua

Методы определения коррозионной стойкости сталей. Часть 2

Bjorn Holmberg, Arne Berquist (Финляндия)

3. Щелевая коррозия. Этот тип коррозии возникает, когда окружающая среда насыщена галоидными соединениями (чаще всего хлоридами), а в сварном соединении (например, нахлесточном) есть зазор либо на поверхности шва возникает трещина. Поскольку механизмы возникновения питтинг-коррозии и щелевой коррозии схожи, стали, стойкие к первому типу коррозии, демонстрируют высокую стойкость и ко второму.

Не существует стандартных методов количественного определения стойкости сварного шва к щелевой коррозии. Тестирование дает, скорее, металлургическую оценку структуры сварного шва, чем практическую оценку послесварочного состояния. Для проведения исследования необходимы определенная среда и трещина с заданными параметрами. Наплавленный валик для получения гладкой поверхности механически обрабатывают.

Стандарт ASTM G48 F разработан для определения критической температуры коррозии (СТТ) для нержавеющей сталей. В более ранней версии (ASTM G48 B) условия проведения опытов были достаточно «агрессивными» — образец помещался в раствор FeCl_3 6% + HCl 1% на 24 ч. Поэтому невозможно было тестировать стандартные стали таких марок, как 1.4301 и 1.4401.

Поскольку трудно провести показательный тест на определение стойкости материала к щелевой коррозии, в качестве альтернативы используют тесты для питтинг-коррозии (описаны в первой части статьи, см. «Сварщик» №5–2009). Полученные результаты дают достаточно ясную картину о стойкости сварного шва к щелевой коррозии.

4. Механическая коррозия. Появлению механической коррозии способствуют внешняя среда, насыщенная галоидными соединениями (чаще всего хлоридами) и повышенная температура, как правило, выше 60°C , но ниже точки кипения. Немаловажным фактором появления дефекта являются остаточные напряжения, которые всегда присутствуют в сварном шве. Для уменьшения остаточных деформаций рекомендуют проводить послесварочную термообработку.

Практически невозможно доказать, что сварка ухудшает структурную стойкость металла к механической коррозии. Большинство растворов, которые

используют для проведения тестов, либо слишком агрессивны, либо малоэффективны. Кроме того, трактовка результатов неоднозначна, а разброс результатов достаточно большой. При тестировании необходимо объединить воздействие окружающей среды и механические нагрузки. Таким образом можно получить результаты, максимально приближенные к реальным условиям эксплуатации изделий.

Для испытаний рекомендуют использовать стандартный U-образный образец (рисунок), описанный в стандарте ISO 7539-3 и ASTM G58. Для получения результатов, более близких к реальным процессам, которые происходят с нержавеющими сталями, был разработан стандарт ASTM G 123 как доработанная версия ASTM G 36. Согласно ASTM G 123, образец кипятят в течение 1000 ч в 25% растворе NaCl . Стандарт ASTM G 36 для кипячения предлагает использовать $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Образец также можно обрабатывать на протяжении 500 ч в растворе CaCl_2 40% + $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 1% ($\text{pH}=6$) при температуре 100°C . Исследования стойкости материала к механической коррозии проводят на стадии разработки и при его выборе.

Отдельно выделяют сульфидную механическую коррозию. Причина ее возникновения — наличие в окружающей среде H_2S . Пример поражения металла сульфидной механической коррозией — оборудование газовой и нефтяной промышленности.

Испытания на стойкость к сульфидной коррозии проводятся в растворе NaCl 5% + CH_3COOH 0,5%, пропитка H_2S , в течение 72 ч (стандарт NACE TM 0177). Согласно TM 0177, результаты, полученные на образцах без сварного шва, считаются приемлемыми для образцов со сварными швами. Стандарт NACE TM 0177 используется для квалификации материала при работе в кислой среде.

Более совершенный метод определения стойкости металла шва к сульфидной механической коррозии описан в стандарте NACE TM 0198. Исследуют процесс медленного появления пятен на образце, не достигающих границ трещины. Однако считается, что данная методика излишне «бережна» к сталям, работающим в кислых средах. Стоит отметить ряд преимуществ стандарта NACE TM 0198:

- Время проведения теста значительно меньше 720 ч при постоянной нагрузке, например, время, необходимое для получения пятна, для среды, регламентированной в NACE TM 0177-96, составляет $1 \cdot 10^{-6}$ s, что в 10 раз меньше, чем при

Статья опубликована в журнале «Welding in the World» №3/4, 2008 г, вып. 52.

других способах тестирования (только для высокопластичных материалов).

- Появление пятен на материале контролируется.
- Пятнообразование происходит на образце, при этом пятна не достигают границ трещины. Снижение прочности и пластичности образца позволяет определять водородное охрупчивание.

Этот метод наиболее подходит для определения склонности микроструктуры сварного шва к растрескиванию.

5. Межкристаллитная коррозия. Межкристаллитная коррозия (МКК) нержавеющей стали вызывается повреждениями кристаллических решеток карбидами хрома. В результате этого уменьшается количество хрома в смежных областях, и, как следствие, материал становится более уязвимым к коррозии. Это достаточно редкое явление, поскольку содержание углерода в современных нержавеющих сталях достаточно низкое. Тестирование стойкости к МКК необходимо, когда возможно науглераживание материала в процессе сварки.

Низкоуглеродистые высоколегированные стали (содержание углерода меньше 0,03%), из которых изготовлены установки по производству карбамида (мочевина, минеральное удобрение), подвержены воздействию горячей, концентрированной азотной кислоты. Согласно стандартам ISO 3651-1 и ASTM A262 Pt C, при исследовании образец пять раз в течение 48 ч кипятят в 65% растворе HNO_3 . В качестве среды для испытаний также можно использовать кипящий раствор $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ (время опыта 20 ч) или $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (в течение 20 ч). Данные методики описаны в стандарте ISO 3651-2.

Основная цель проведения опытов — выбор способа обработки основного металла до и после сварки. Приведенные выше стандарты требуют доработки, поскольку методы исследования недостаточно чувствительны, поэтому результаты нельзя трактовать однозначно.

Результаты, полученные для образцов без сварного шва (по стандарту ISO 3651-2), условно приемлемы для образцов со сварным швом.

Исследования показали, что образцы со сварным швом, которые содержат феррит, более подвержены МКК, чем образцы без сварного шва. Однако в швах с аустенитной структурой коррозионная стойкость уменьшается незначительно.

6. Электрокоррозия (гальваническая коррозия). Если в гальванической паре катод (из более благородного металла) больше по размерам чем анод (из менее благородного металла), то вероятность появления гальванической коррозии увеличивается. Риск поражения минимален, пока пара работает в неагрессивной среде. Наиболее подвержены гальванической коррозии сварные соединения из разнородных материалов, работающие в непосредственном контакте с электролитом.

Рисунок. U-образный образец для проведения тестов на механическую коррозию



Согласно стандарту ASTM G 71, испытания на стойкость к гальванической коррозии проводят в той же среде, в которой металлы будут эксплуатироваться. Испытания не проводят на образцах со сварным швом.

Для определения стойкости сварного шва необходимо поместить образец в раствор электролита. Качественным показателем является любое уменьшение толщины образца.

7. Усталостная коррозия (коррозия усталости). Коррозионная усталость возникает при совместном действии на металл коррозионной среды и переменных напряжений. Подобно механической коррозии, она ведет к преждевременному разрушению.

Тестирование занимает много времени, поэтому проводится только в исключительных случаях. На сегодняшний день существует две методики оценки коррозионной стойкости, согласно ISO 11782-1 и ISO 11782-2, обе достаточно обобщенные, но позволяют составить общую характеристику процесса.

Используя определенное количество циклов до разрушения, методика, изложенная в ISO 11782-1, дает рекомендации и инструкции для тестирования усталостной коррозии. Стандарт ISO 11782-2 дает более ясное представление о влиянии сварочного процесса на стойкость материала к усталостной коррозии. Условия проведения опытов учитывают геометрию образца, качество обработки поверхности, шероховатость, величину и длительность нагрузки и т. д.

Испытания целесообразно проводить на стадии разработки и при выборе материала.

Цель данной статьи — облегчить выбор методики для определения стойкости материала к коррозии. Условия проведения опытов необходимо дополнительно согласовывать.

Основные условия получения точных результатов тестов следующие:

1. Тесты лучше проводить на стыковых швах.
2. Образцы необходимо очистить от оксидной пленки. Лучше всего использовать механическую и химическую очистку.
3. Существующие стандарты требуют доработки.

Перевод В. Г. Абрамишвили, Ю. Б. Ивановой

• #1015

Новая гамма установок производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической дуговой наплавки и сварки

Главным резервом дальнейшего повышения эффективности и качества сварочных работ по-прежнему остается их автоматизация и применение современных технических средств управления процессом сварки.

Предприятие «НАВКО-ТЕХ» предлагает новую гамму автоматических установок для дуговой сварки круговых швов и наплавки цилиндрических, конических и плоских поверхностей.

Наиболее полно возможности новой гаммы установок реализованы в установке АС354-2 (рис. 1), предназначенной для восстановительной наплавки изношенных посадочных поверхностей роторов мощных электродвигателей одной или одновременно двумя горелками. Размеры роторов: длина — до 2400 мм, диаметр — до 1600 мм, максимальная масса ротора — 1500 кг.

Ротор имеет двухопорное крепление на вращателе (приводной стойке) и задней бабке (неприводной стойке). Вращатель установлен на станине неподвижно, а задняя бабка в зависимости от длины наплавляемого изделия перемещается по направляющим в станине и фиксируется в любом положении. Для удобства загрузки и выгрузки изделия на станине расположены также ориентирующие упоры. Для наплавки изделий различных типоразмеров положение опорной поверхности упоров регулируется по высоте, а сами

упоры перемещаются по на-

правляющим в станине. Блок управления (рис. 2) установки размещен в корпусе приводной стойки.

Сварочные горелки с жидкостным охлаждением фирмы «Абикор Бинцель» крепятся на механизмах линейного перемещения в горизонтальном (X) и вертикальном (Z) направлениях. Направляющая линейного перемещения по оси X — общая для двух горелок.

Наплавку выполняют по спирали с регулируемой окружной скоростью в пределах 5–22 мм/с. Скорость линейного перемещения горелок по осям X и Z равна 0,05–100 мм/с.

Наплавку выполняют плавящимся электродом в среде защитного газа сплошной (диаметром 0,8, 1,0, 1,2 или 1,6 мм) или порошковой проволокой (диаметром 1,8–2,2 мм). В качестве сварочного оборудования применены два комплекта аппаратов TPS5000 производства фирмы «Фрониус».

Кроме современного сварочного оборудования в установке использованы современные средства программного управления, электроприводы перемещения горелок и вращателя, средства контроля состояния исполнительных механизмов установки, что позволило реализовать ряд важных особенностей установки, а именно:



Рис. 1.
Установка АС354-2



Рис. 3. Переносной пульт управления
Рис. 2. Блок управления установкой AC354-2

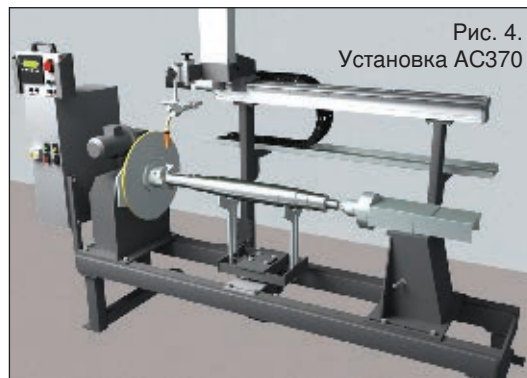


Рис. 4.
Установка AC370

- Управление всеми механизмами установки от компактного переносного пульта (рис. 3).
- Контурное управление перемещением одной или одновременно двумя горелками по линейной траектории (образующие цилиндрической или конической поверхностей) с заданием требуемых линейной скорости инструмента и окружной скорости наплавляемого изделия, а также параметров колебаний горелки относительно линейной траектории.
- Программирование траектории «от точки к точке», т. е. перемещение горелки с помощью переносного пульта в начало и конец наплавляемого участка и автоматическое занесение координат этих точек в память контроллера.
- Наплавка с плавным регулированием амплитуды и периода колебаний инструмента, продолжительности задержки горелки в крайних точках колебаний.
- Одновременное управление четырьмя сервоприводами перемещения двух горелок и приводом вращения изделия.
- Плавное регулирование параметров режима сварки.
- Редактирование параметров процесса наплавки (скорость и шаг наплавки, амплитуда и период колебаний, задержка горелки в крайних точках колебаний) с пульта управления.
- Быстрая переналадка под наплавку изделий различных размеров.

Удалось максимально упростить алгоритм записи программы наплавки конкретного изделия. Он сводится к заданию на выносном пульте диаметра наплавляемой поверхности, скорости наплавки, режима наплавки (одного из четырех предварительно установленных на сварочном оборудовании), времени зажигания дуги и заварки кратера, амплитуды колебаний горелки, их периода и времени задержки горелки в



Рис. 5.
Установка AC371



Рис. 6.
Установка AC372



Рис. 7.
Установка AC373

крайних положениях, а также к записи координат точек начала и конца наплавки.

Следуя модульному принципу создания установок с максимальным применением в их составе отработанных унифицированных узлов, «НАВКО-ТЕХ» предлагает гамму установок, подобных AC354-2, для решения ряда частных задач.

AC370 — для наплавки цилиндрических и конических поверхностей одной горелкой, а также комбинированной сварки круговых и продольных швов емкостных конструкций (два доннышка и обечайка, рис. 4).

AC371 — для наплавки цилиндрических поверхностей одной горелкой, а также комбинированной сварки круговых и продольных швов с ручной переналадкой для сварки/наплавки изделий разных диаметров (рис. 5).

AC372 и AC373 — для наплавки цилиндрических, конических и плоских поверхностей одной горелкой с консольным креплением изделия (рис. 6 и 7).

С более подробной информацией о предприятии и описанием выпускаемого им оборудования можно ознакомиться на сайте <http://www.navko-teh.kiev.ua>.

• #1016

Публикуется на правах рекламы.

Новые сварочные комплексы TransSteel 3500/5000 фирмы Fronius

Компания Fronius представила на выставке «Сварка. Резка» (Эссен, Германия) новую линейку сварочных аппаратов TransSteel 3500/5000, предназначенных для механизированной сварки в среде защитных газов. При их разработке компания Fronius использовала принципы новой технологии переноса металла — Steel Transfer Technology.

Сварочные аппараты TransSteel 3500/5000 (рис. 1) могут применяться на предприятиях тяжелого и транспортного машиностроения, судостроения, при строительстве трубопроводов и в других отраслях, где используется сварка MAG/MIG и MMA.

Прочный корпус, компактная конструкция и небольшая масса сварочного аппарата TransSteel обеспечивают ему высокую мобильность в цехе или на строительной площадке (рис. 2).

Цифровое управление сварочным процессом в аппаратах TransSteel гарантирует 100% воспроизведение заданных режимов сварки. Простая и точная настройка аппарата, а также сохранение ранее используемых параметров позволяют максимально

упростить его эксплуатацию. В технологии Steel Transfer Technology предусмотрено программное обеспечение, в основе которого лежат последние разработки в области сварки.

Для сварки корневого шва без подложки, а также выполнения сварки по зазору рекомендуют использовать режим Steel Root — короткая дуга, мягкая и стабильная, создающая хорошо управляемую ванну (рис. 3). Режим Steel Dynamic (динамическая дуга) характеризуется концентрированной и динамичной дугой, в результате чего достигается глубокое и узкое проплавление, а также повышается скорость сварки. Стандартный режим Steel подходит для обычных режимов сварки. Применение технологии Steel Transfer Technology обеспечивает хорошее зажигание дуги и стабильное ее горение.

Сварочные комплексы TransSteel 3500/5000 отличаются надежным исполнением и функциональным дизайном. Подающий механизм маленький, легкий и мобильный. Панель управления и все индикаторы встроены в механизм подачи проволоки, это позволяет управлять сварочной системой прямо с

Comfort Wire

автономная заправка проволоки без открытия устройства подачи проволоки экономит время

Индивидуальные вспомогательные средства настройки

сменные шаблоны для настройки в соответствии с толщиной материала облегчают ручное обслуживание

Системный разъем Fronius System Connector

- центральный разъем для всех средств;
- простая и надежная фиксация шлангового пакета без применения инструментов для надежного протекания тока

Индикатор уровня заполнения

объем охлаждающей жидкости всегда перед глазами

Рис. 1. Сварочные комплексы TransSteel 3500/5000



EasyJob

сохранение мощности, динамики и изменений нажатием одной кнопки

Смотровое окно механизма подачи проволоки

мгновенно определяется количество еще имеющейся в наличии проволоки

Приспособление для крепления инструмента

увеличивается, благодаря чему инструмент всегда находится под рукой

FastSnap

повернуть и потянуть: простая и надежная замена и фиксация газового сопла

Функциональный промышленный дизайн

- защищенная панель управления;
- простой обзор даже из позиции лежа;
- прочный и привлекательный

рабочего места. Наклонное положение панели облегчает обзор из любого положения. Легкий, прочный узел, включающий шланг-пакет, горелку и дисплей управления, обеспечивает надежную подачу сварочной присадочной проволоки.

Система Comfort Wire установлена для самостоятельной заправки проволоки: необходимо подвести проволоку, и она сама заправится в механизм подачи. Пользователь может легко снять портативный блок подачи проволоки и перенести в труднодоступные места монтажной площадки для выполнения сварки (см. рис. 2). Независимо от положения и длины шланг-пакета сварочные параметры остаются стабильными.

Специальное устройство контроля зажигания дуги обеспечивает управляемый перенос капель расплавленного металла с торца электродной проволоки, что улучшает повторное зажигание дуги.

Система настройки режимов сварки находится на подающем механизме. Сварщик выбирает режим сварки (Steel, Steel Root, Steel Dynamic), диаметр сварочной проволоки, защитный газ. Затем на лицевой панели задается один из параметров сварки (сила тока, напряжение, толщина свариваемого металла, скорость подачи проволоки), а остальные параметры устанавливаются автоматически. Цветовая маркировка подающих роликов для соответствующего диаметра проволоки значительно упрощает подготовку подающего механизма к работе.

Специальный разъем Fronius System Connector представляет собой единый системный разъем для подключения сварочной горелки и прочих коммуникаций, предназначен для систем с газовым и водяным охлаждением. Он повышает качество, надежность, универсальность и комфортность работы. Благодаря этому разъему пользователь может отказаться от внешних штекеров управления. Эргономичную горелку можно быстро и надежно заменить благодаря рычажному замку, который позволяет быстро и безошибочно фиксировать шланг-пакет горелки без каких-либо инструментов.

Срок службы сварочных комплексов серии TransSteel при правильной эксплуатации большой, даже при интенсивном использовании.

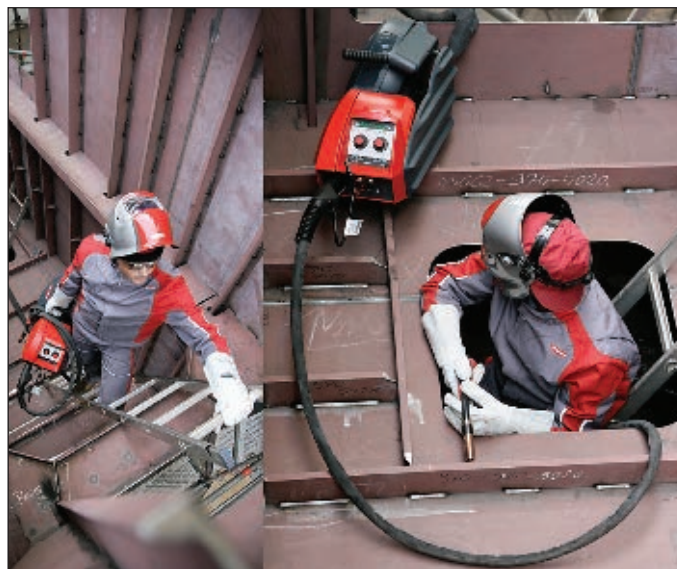


Рис. 2. Устройство подачи проволоки массой 12 кг с дисплеем управления и горелкой может быть легко перенесено в труднодоступные места для выполнения сварки

Техническая характеристика	TransSteel 3500	TransSteel 5000
Напряжение питающей сети, В	380	380
Диапазон силы сварочного тока, А	10-350	10-500
Сила сварочного тока, при ПН=100 %, 40°С, А	250	360
Напряжение холостого хода, В	60	65
Рабочее напряжение, В	15,5–31,5	14,5–39,0
Габаритные размеры, мм	747×300×497	747×300×497
Масса, кг	26,5	30,15

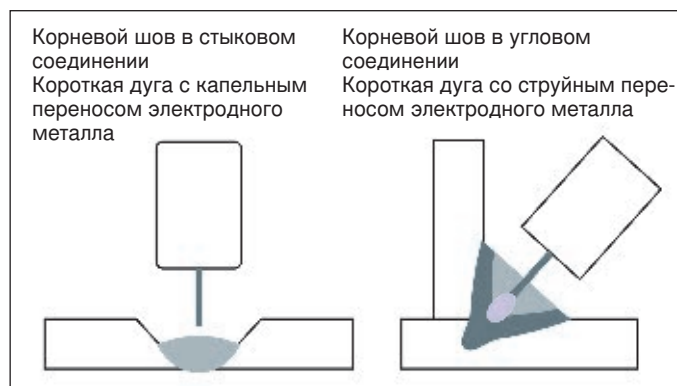


Рис. 3. Режимы Steel Root — для сварки корневого шва и Steel Dynamic — для сварки концентрированной динамичной дугой



ООО «Фрониус Украина»

07455 Киевская обл. Броварской р-н,
с. Княжичи, ул. Славы, 24
E-mail: bondarenko.vitaly@fronius.com

Т. +38 0 44 277 21 41, ф. +38 0 44 277 21 44,
моб. +38 0 50 312 33 90
www.fronius.ua

● #1017
Публикуется
на правах
рекламы.



**Содержание
№4–2009
журнала «Sudura»
(Румыния)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ —
РАЗРАБОТКА**

Публикации
на румынском
и английском языках

Структурные преобразования в наплавленных слоях на марганцовистой аустенитной стали. **I. Mitelea, I. Dr. Utu**

Современное распределение и среднесрочный прогноз развития промышленных роботов для сварки в Румынии. **N. Joni**

ПРАКТИКА СВАРКИ

Публикации на румынском языке

Плазменная резка хромоникелевой нержавеющей стали. Часть I: Варианты, области применения, качество резки. **Hugo Simmler**



**Содержание
№5–2009
журнала «Sudura»
(Румыния)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ —
РАЗРАБОТКА**

Публикации
на румынском
и английском языках

Современное состояние международной стандартизации в области сварки и родственных процессов. **D. Von Hofe**

ПРАКТИКА СВАРКИ

Публикации на румынском языке

Экспериментальные исследования технологии сварки и оценка качества сварных соединений на алюминиевых сплавах 6061/T6. **Ct. Dragomir**

Старые и новые правила дуговой сварки в защитных газах. Часть 2: Требования к свойствам основного материала. **G. Aichele**

Плазменная резка хромоникелевой нержавеющей стали. Часть 2: Газовые процессы, характеристики качества и затраты. **H. Simler**



**Содержание
№7/8–2009
журнала
«Przegląd
Spawalnictwa»
(Польша)**

A. Dabrowski.
Роботизированные
сварочные станции —
практические аспекты . . . 3

A. Jastrzebski, E. Tasak. Влияние пульсации MIG дуги на структуру сварных соединений алюминиевых сплавов 7

P. Krawiec. Формирование некруглых (овальных) колец шкивов лазерной и гидроабразивной резкой. 56

J. Nowacki, M. Kawiak. Напряжения и деформации в паяных соединениях 61

I. Dul. Применение и обработка никелевых сплавов в авиационной промышленности. 67

Тематический словарь иностранных сварочных терминов 75



**Содержание
№3/4–2009
журнала
«Zavarivanje»
(Хорватия)**

**J. Malina, M. Malina,
G. Vrucinic.**
Сопротивление
водородной хрупкости
сварных соединений
термомеханически
обработанной стали . . . 88

El Ashram A. E., El Batounny M. M. Анализ явления отклонения дуги при подводной сварке 87

I. Bjelobrck, I. Samardzic, D. Vidovic. Изготовление цилиндрических резервуаров для мобильных LPG-бензоаправочных станций 97

НОВОСТИ 105

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОБЫТИЯ 108



19-21.05.2010

СВАРКА 2010 WELDING



ПРИ СОДЕЙСТВИИ
НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА ПО СВАРКЕ РАН
АЛЬЯНСА СВАРЩИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА
И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ, MESSE ESSEN GMBH
CHINESE MECHANICAL ENGINEERING SOCIETY (CMES)



XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СВАРОЧНАЯ ВЫСТАВКА

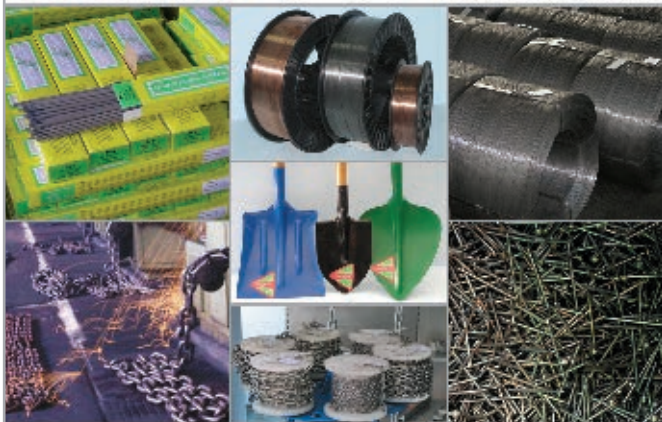
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ +7 812 3212631/2722 WWW.WELDING.LENEXPO.RU

ДАЗ АРТЕМОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

VISTEC  BISTEK 

100 ЛЕТ НА РЫНКЕ!

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



**Приглашаем к возобновлению прямых
хозяйственных связей!**

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

**НАВКО-
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

**Автоматические установки и роботы
для дуговой сварки и наплавки**



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
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

**КРЫМ
СТРОЙИНДУСТРИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

- Современные строительные материалы и технологии
- Краски, лаки
- Строительные машины и механизмы
- Окна, двери
- Сантехника
- Экология. Системы очистки воды
- Ландшафтная и садово-парковая архитектура
- Системы отопления, энергоснабжения и кондиционирования
- Энергосбережение и использование нетрадиционных экологически чистых источников энергии
- Электротехническое и осветительное оборудование
- Системы автоматизации, программное обеспечение предприятий строительной, энергетической, электротехнической отраслей промышленности

**2010
весна**

25-27 марта

г. Симферополь
ул. Киевская, 115
СК «Дружба»
ДКП

 **ФОРУМ**
КРЫМСКИЕ
ВЫСТАВКИ

По вопросам участия в выставке обращайтесь в оргкомитет:
95011, Украина, г. Симферополь, ул. Самокиша, 18, оф. 406,
тел./факс: 0 652 54-60-66, 0 652 546-746,
e-mail: forum@expoforum.crimea.ua, expo@expoforum.crimea.ua
www.expoforum.crimea.com



Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины Программы профессиональной подготовки на 2010 г.



1. Повышение квалификации инженерно-технических работников (с аттестацией на право технического руководства работами при изготовлении ответственных сварных конструкций, в т.ч. подведомственных государственным надзорным органам)

Шифр курса	Наименование программы		Продолжи-тельность	Сроки проведения	
101	Техническое руководство сварочными работами на объектах, за которыми осуществляется государственный надзор		подготовка и аттестация	3 недели (112 ч)	Февраль
102			переаттестация	18 ч	Февраль, март, июнь, ноябрь
103	Техническое руководство сварочно-монтажными работами при строительстве и ремонте газопроводов из полиэтиленовых труб		подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)	Апрель, октябрь
104			переаттестация	1 неделя (32 ч)	Февраль, май, ноябрь
105	Подготовка и аттестация председателей комиссий по аттестации сварщиков-экспертов Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС)		3 недели (112 ч)	Декабрь	
106	Аттестация председателей комиссий по аттестации сварщиков-экспертов УАКС (экзамен; расширение области аттестации)		8 ч	По согласованию с заказчиком и УАКС	
108	Подготовка членов комиссий по аттестации сварщиков:	специалистов технологических служб, отвечающих за организацию аттестации сварщиков	2 недели (72 ч)	Октябрь	
109		специалистов служб технического контроля, отвечающих за контроль сварных соединений (включая специальную подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	2 недели (74 ч)	Ежеквартально	
110		специалистов служб охраны труда предприятий	2 недели (74 ч)	Ноябрь	
111	Аттестация членов комиссий по аттестации сварщиков — специалистов технологических служб по сварке (экзамен; расширение области аттестации)		6 ч	По согласованию с заказчиком	
113	Подтверждение полномочий председателей комиссий — экспертов УАКС:		со стажем 3 года	16 ч	Декабрь
114			со стажем 6 лет	32 ч	Июнь, октябрь
115			со стажем 9 лет	22 ч	Май, ноябрь
170			со стажем 12 лет	20 ч	Январь, апрель, июль, сентябрь
116	Подтверждение полномочий членов комиссий по аттестации сварщиков:	специалистов технологических служб по сварке:	со стажем 3 года	16 ч	Март
117			со стажем 6 лет	32 ч	Июнь
118			со стажем 9 лет	22 ч	Май, ноябрь
171			со стажем 12 лет	20 ч	Март, сентябрь
147		специалистов по техническому контролю	8 ч	Ежеквартально	
164	специалистов по техническому контролю (включая спец. подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	37 ч			
119		28 ч			
120	специалистов по охране труда	16 ч	Апрель, сентябрь, ноябрь		
121	Переподготовка специалистов сварочного производства по программам Международного института сварки с присвоением квалификации:	Международный инженер по сварке	438 ч (120 ч ¹)	Апрель, ноябрь	
122		Международный технолог по сварке	338 ч (100 ч ¹)		
123		Международный специалист по сварке	227 ч (70 ч ¹)		
124		Международный практик по сварке	140 ч (32 ч ¹)	По мере поступления заявок	
126		Международный инспектор по сварке	полного уровня		227 ч
128			стандартного уровня		166 ч
125			базового уровня		113 ч
131	Подготовка менеджеров по управлению качеством в сварочном производстве (с выдачей европейского сертификата)		2 недели (72 ч)	По согласованию с заказчиком	
132	Производство сварочных электродов: организация, технологии и системы управления качеством		3 недели (112 ч)		
133	Техническое руководство сварочными работами при ремонте действующих трубопроводов (под давлением)	аттестация	2 недели (72 ч)		
134		переаттестация	22 ч		
135	Организация неразрушающего контроля на предприятиях железнодорожного транспорта		2 недели (72 ч)	По мере поступления заявок	
136	Металлографические исследования металлов и сварных соединений	аттестация	2 недели (72 ч)	Январь	
137		переаттестация	22 ч	Май, октябрь	
138	Физико-механические испытания материалов и сварных соединений	повышение квалификации и аттестация	2 недели (72 ч)	Июль	
139		переаттестация	20 ч	Март, апрель, май	
140	Эмиссионный спектральный анализ (стилюскопирование) металлов и сплавов	аттестация	2 недели (74 ч)	Декабрь	
141		переаттестация	22 ч	Январь, июль	
142	Ремонт, восстановление и упрочнение изношенных деталей методами наплавки		70 ч	По согласованию с заказчиком	
152	Повышение квалификации специалистов по неразрушающему контролю		2 недели (72 ч)	По мере поступления заявок	
Тематические семинары (возможно проведение на территории заказчика)					
143	Состояние нормативно-технической документации в области сварочного производства, тенденции и перспективы		1-2 дня	Июнь, сентябрь	
144	Современное сварочное оборудование на рынке Украины		1 день	Ежеквартально	
145	Новые технологии профессиональной подготовки сварщиков и дефектоскопистов				
150	Основы сварки и сварочного производства, классификация сварочных и основных материалов для консультантов торговых фирм		2 дня	По согласованию с заказчиком	
151	Современное оборудование и состояние нормативной документации в области сварки труб из термопластов		1-2 дня		

2. Подготовка и повышение квалификации педагогических работников системы профессионально-технического образования в области сварки

Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
203	Повышение квалификации мастеров производственного обучения по использованию модульных технологий в обучении сварщиков	3 недели (112 ч)	Постоянно, по согласованию с заказчиком
204	Повышение квалификации преподавателей профессионального обучения по использованию модульных технологий в обучении сварщиков	2 недели (72 ч)	
205	Повышение квалификации мастеров (инструкторов) производственного обучения по сварке	5 недель (186 ч)	
206	Повышение квалификации преподавателей специальных дисциплин профессионально-технических учебных заведений по направлению «Сварка»	3 недели (112 ч)	

3. Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации персонала, работающего в области сварки и родственных технологий (с присвоением квалификации в соответствии с национальными и международными требованиями)

Шифр курса	Наименование программы	Продолжи-тельность	Сроки проведения
Курсовая подготовка сварщиков:			
301	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	9 недель (352 ч)	Постоянно, по согласованию с заказчиком
302	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (ТИГ)	5 недель (192 ч)	
303	газовой сварки	3 недели (116 ч)	
304	механизированной дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитных газах (МИГ/МАГ)	3 недели (112 ч)	
305	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	3 недели (112 ч)	
306	автоматической дуговой сварки под флюсом	3 недели (112 ч)	
307	электрошлаковой сварки	3 недели (112 ч)	
308	контактной (прессовой) сварки (рельсов, промысловых и магистральных нефте- и газопроводов)	3 недели (112 ч)	Март, ноябрь
309	пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)	5 недель (196 ч)	Февраль, июнь, октябрь
310	по программам Международного института сварки с присвоением квалификации Международный сварщик	5–12 недель ²	По согласованию с заказчиком
315	Специальная подготовка по технологии и оборудованию контактной сварки арматуры	2 недели (72 ч)	
Курсовая переподготовка сварщиков:			
316	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	152 / 76 ч ³	Постоянно, по согласованию с заказчиком
318	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (ТИГ)	76 / 112 ч ³	
320	газовой сварки	76 ч	
321	механизированной дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитных газах (МИГ/МАГ)	72 ч	
323	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	76 ч	
325	автоматической дуговой сварки под флюсом	76 ч	
327	электрошлаковой сварки	76 ч	
Повышение квалификации сварщиков:			
330	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	2 недели (72 ч)	Постоянно, по согласованию с заказчиком
331	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (ТИГ)	2 недели (72 ч)	
332	газовой сварки	2 недели (72 ч)	
333	механизированной дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитных газах (МИГ/МАГ)	2 недели (72 ч)	
334	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	2 недели (72 ч)	
335	автоматической дуговой сварки под флюсом	2 недели (72 ч)	
336	электрошлаковой сварки	2 недели (72 ч)	
339	Повышение квалификации газосварщиков (газовая пайка цветных металлов)	2 недели (72 ч)	
Курсовая подготовка дефектоскопистов:			
340	ультразвукового контроля	196 ч	По согласованию с заказчиком
341	рентгеновского и гамма контроля	188 ч	
342	магнитного контроля	180 ч	
343	контролеров неразрушающего контроля	160 ч	
Целевая курсовая подготовка дефектоскопистов для железнодорожного транспорта:			
352	магнитного контроля	120 ч	По согласованию с заказчиком
355	ультразвукового контроля	160 ч	
358	Специальная подготовка и аттестация согласно РД 07-09-97	76 ч	

Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
Другие профессии			
367	Подготовка газорезчиков	газовой резки	3 недели (112 ч)
368		ручной и механизированной воздушно-плазменной резки	3 недели (112 ч)
369	Подготовка металлизаторов по нанесению упрочняющих и защитных покрытий на металлы	электродуговым напылением	3 недели (112 ч)
370		газопламенным напылением	3 недели (112 ч)
371		детонационным напылением	3 недели (112 ч)
372		плазменным напылением	3 недели (112 ч)
373	Переподготовка по профессии «Плавильщик металлов»		2 недели (72 ч)

4. Аттестация персонала сварочного производства

Шифр курса	Наименование программы		Продолжи-тельность	Сроки проведения
401	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с ДСТУ 2944-94, ДСТУ 2945-94, правилами Госгорпромнадзора (НПАОП 0.00-1.16-96), правилами Госатомнадзора (ПНАЭГ-7-003-87)		152 ч ⁴	Постоянно, по согласованию с заказчиком
402			72 ч ⁴	
403	Дополнительная и внеочередная аттестация сварщиков согласно НПАОП 0.00-1.16-96		24 ч	
404	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с правилами Госгорпромнадзора (НПАОП 0.00-1.16-96), правилами Госатомнадзора (ПНАЭГ-7-003-87)		32 ч	
405	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с международными (или европейскими) стандартами ISO 9606 (или EN 287-1)		3 недели (112 ч)	
406			2 недели (72 ч)	
407	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с международными (или европейскими) стандартами ISO 9606 (или EN 287-1)		32 ч	
408	Специальная подготовка и аттестация операторов автоматических установок дуговой сварки плавлением / наладчиков контактной сварки в соответствии со стандартом ДСТУ ISO 14732		2 недели (72 ч)	
409	Специальная подготовка и аттестация сварщиков на право выполнения работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)		3 недели (112 ч)	
410	Периодическая аттестация сварщиков на право выполнения работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)		32 ч	
413	Аттестация сварщиков пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)		Проводится по окончании курса 309	
414	Периодическая аттестация сварщиков пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)		32 ч	Январь, март, апрель, июнь, сентябрь, декабрь
415	Специальная подготовка дефектоскопистов к сертификации согласно НПАОП 0.00-6.14-97	ультразвуковой контроль	24 ч ⁵	Ежемесячно
416			60 / 70 / 140 ч ⁵	По согласованию с заказчиком
419		радиационный контроль	24 ч ⁵	Ежемесячно
420			60 / 70 / 140 ч ⁵	По согласованию с заказчиком
423		магнитный контроль	24 / 60 / 110 ч ⁵	
426		капиллярный контроль	24 / 60 / 110 ч ⁵	
428		визуально-оптический контроль	24 / 30 / 70 ч ⁵	Ежемесячно
430	Специальная подготовка и переаттестация дефектоскопистов по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов		36 ч	По согласованию с заказчиком
431	Специальная подготовка и переаттестация дефектоскопистов 2-го и 3-го разрядов по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов		160 ч	
433	Специальная подготовка и аттестация специалистов по контролю качества защитных покрытий	аттестация	2 недели (72 ч)	
434		переаттестация	32 ч	
Профессиональное тестирование сварщиков дуговой сварки			4-8 ч	

1 — Обучение по короткой программе (для специалистов сварочного производства со стажем работы на соответствующей должности не менее 3-х лет).

2 — Продолжительность обучения зависит от специализации и требуемого уровня квалификации.

3 — Длительность программы определяется по результатам входного тестирования.

4 — Продолжительность подготовки устанавливается аттестационной комиссией.

5 — Продолжительность обучения указывается в направлении ОСП (орган по сертификации персонала).

По просьбе заказчиков возможно проведение обучения по другим программам, не вошедшим в данный перечень. На период обучения слушателям предоставляется жилье с оплатой за наличный расчет. Стоимость обучения определяется при заключении договора. Для приема на обучение необходимо направить заявку в адрес МУАЦ ИЭС им. Е. О. Патона с указанием шифра курса, количества специалистов и почтовых реквизитов предприятия.

Тел. (0 44) 456-63-30, 456-10-74, 200-82-80, 200-81-09. Факс (0 44) 456-48-94.

Украина, 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: paton_muac@ukr.net, http: www.paton-tc.kiev.ua

9-я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



МАШИНОСТРОЕНИЕ

**20-23 апреля 2010г.
Донецк, Украина**

СТАНКОСТРОЕНИЕ МЕТАЛЛООБРАБОТКА
СВАРКА
МИР ИНСТРУМЕНТА
ГИДРАВЛИКА, ПНЕВМАТИКА, НАСОСЫ, КОМПРЕССОРЫ
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ПОДШИПНИКИ
АСУТП и КИП

ОРГАНИЗАТОР

Специализированный выставочный центр
"ЭКСПОДОНБАСС"

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

Министерство промышленной политики Украины
Донецкая областная государственная
администрация

ГЛАВНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР



ИНФОРМАЦИЯ

Тел./факс: +38 (062) 381-21-36, 381-21-50, 381-20-68, 381-22-80
Alex@expodon.dn.ua, Nataly@expodon.dn.ua, Mash@expodon.dn.ua
<http://www.expodon.dn.ua/machinery>
Специализированный выставочный центр "ЭКСПОДОНБАСС"
83048, Украина, Донецк, ул. Челюскинцев, 189-В

IX Международная выставка «WELDEX/Россварка-2009»

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ • МАТЕРИАЛЫ • ТЕХНОЛОГИИ



С 13 по 16 октября 2009 г. в Москве в Международном выставочном центре «Крокус Экспо» состоялась 9-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий «WELDEX/Россварка-2009».

В демонстрационном зале чувствовались оживление и деловитость, свойственные далеко не всем выставочным форумам. Это говорило о том, что сварочная тема для российского рынка сегодня очень актуальна, а сварочное производство — одно из самых наукоемких в настоящее время — далеко не исчерпало своих скрытых возможностей и из года в год наращивает научный потенциал.

Более 100 участников и свыше 13 тысяч посетителей приняли активное участие в работе выставки, заключили выгодные контракты. Выставка «WELDEX/Россварка» является значимым событием в жизни сварочного сообщества, играет важную роль в развитии международных отношений. В выставке приняли участие производители сварочного оборудования и материалов из России, Германии, Италии, Финляндии и еще более чем из 10 стран. Это лидеры от-

расли, сохранившие устойчивые темпы развития, и «новички», наращивающие рыночную активность.

Машиностроение, промышленное и гражданское строительство, нефтяная и газовая отрасли, энергетика, авиация и автомобилестроение из года в год требуют все более прогрессивных технологических решений, новых совершенных материалов и высококачественного оборудования в таком важнейшем технологическом процессе, как сварка. Вопросы использования новейших сварочных технологий обсуждались на научно-практических конференциях и семинарах, проходивших в рамках выставки. Помимо этого, на «WELDEX-2009» прошли конкурсы «Лучший сварщик» и «Мисс Сварка», а также презентации компаний-участниц.

На открытии выставки со словами приветствия к участникам и гостям обратились заместитель министра промышленности Московской области М. В. Савин, представитель комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы И. Г. Григорьев, свое обращение к участникам прислал мэр Москвы Ю. М. Лужков, о состоянии и перспективах сварочной отрас-





ли, а значит, и выставки говорили на торжественном открытии президент Российского научно-технического сварочного общества О. И. Стеклов, член правления Российского союза машиностроителей, первый вице-президент РНТСО В. А. Казаков, президент Московской межотраслевой ассоциации главных сварщиков В. Н. Бутов, руководитель оргкомитета выставки «WELDEX/Россварка», генеральный директор группы компаний «Элсвар» Ю. К. Подкопаев.

Выставка «WELDEX/Россварка» была организована в соответствии с самыми современными технологиями выставочной индустрии. Экспозиционный павильон МВЦ «Крокус Экспо» полностью приспособлен для демонстрации оборудования в действии.

Весь спектр технологий сварки, резки и пайки был представлен на площади 6 000 кв. м в 3 зале МВЦ «Крокус Экспо». Особый интерес представляли последние научно-технологические открытия в области сварки и родственных технологий. Самое современное оборудование и свои достижения представили такие всемирно известные бренды, как ESAB (Швеция), KUKA Robotics (Германия), «Внештехконтракт»



(Россия), Merkle (Германия), Selco (Италия), «Вебер Комеханикс» (Россия), «ИТС» (Россия), «Станкин» (Россия), Кемпри (Финляндия), Ильницкий завод МСО (Россия), Рязанский приборный завод (Россия), Lincoln Electric Company (США).

Полезным оказалось одновременное проведение данной выставки с такими известными проектами, как VIII Международный Форум «PCVEXPO/Насосы. Компрессоры. Арматура», выставка по переработке отходов WASMA и базовая выставка Газпрома GASSUF. Специалисты смежных отраслей в этом году имели уникальный шанс посетить все выставки.

В работе «WELDEX/Россварка» приняли участие 13054 специалиста. Каждый гость мог участвовать в мероприятиях деловой программы, включавшей конференции, семинары, презентации, биржу труда рабочих, инженеров и ученых, разнообразные профессиональные сварочные конкурсы. Подлинным украшением выставки стала экспозиция «Сварка в искусстве» — художественные работы, выполненные из металла с использованиемковки и сварки.

В нынешнем, 2009 году в числе многих других мероприятий прошли Международная конференция «Автоматизация и механизация в прогрессивных сварочных технологиях для использования в современных условиях в ведущих отраслях промышленности, энергетике и строительстве» и Научно-практическая конференция по сварке, резке, пайке и родственным технологиям в формате делового клуба по профессиональным интересам с участием Московской межотраслевой ассоциации главных сварщиков.

«WELDEX/Россварка» всегда отличалась эффектной и яркой конкурсной программой. И этот год не стал исключением. Прошли конкурсы «Лучший сварщик России 2009», «Мисс Сварка России 2009», «Лучший инженер (ученый) — сварщик России 2009». Главная цель этих ставших уже традиционными конкурсов — показать все преимущества профессии и привлечь молодых людей в эту перспективную отрасль. Эта цель была достигнута. Среди посетителей в этом году было много учащихся и студентов, проявивших большой интерес к выставке.

По результатам конкурса «Мисс Сварка России 2009» новой королевой стала Мария Пономарева, сотрудник журнала «Сварщик в России», освещающего актуальные вопросы сварочной отрасли в СНГ и других стра-

нах. Корона ручной работы для победительницы конкурса «Мисс Сварка России 2009» была изготовлена художником-кузнецом творческой мастерской фабрики художественных кузнечных изделий «ОСТ» из стали и инкрустирована стразами. Техника исполнения, конечно же, сварка и ковка. Все участницы конкурса получили в подарок от Завода «Электросталь» наборы столовых приборов, выполненных мастерами завода.

Всего же конкурс собрал семь представительниц сварочной индустрии из разных городов России. Яркое шоу в рамках такой серьезной выставки, безусловно, привлекло внимание публики, все немного отдохнуло от обрушившегося на них обилия информации.

Победителем конкурса «**Лучший инженер (ученый) — сварщик России 2009**» стал *Андрей Петрович Слива*, кафедра Технологии металлов Московского энергетического института (разработка технологий электронной сварки blankets защитного модуля термоядерного реактора ITER).

В конкурсе «**Лучший сварщик России 2009**» приняли участие около 30 представителей сварочной индустрии. Главными критериями при выборе лучшего сварщика были скорость выполнения задания, качество работы и хорошая теоретическая подготовка конкурсантов.

Награждение проходило по трем номинациям. В номинации «**Ручная дуговая сварка покрытым электродом**» победителем стал *Николай Муратов* — сварщик компании ЗАО «Пожэксперт». В номинации «**Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом**» победил *Вадим Давлеев* — сварщик компании ЗАО НПО «Элевар». В номинации «**Механизированная сварка в защитном газе**» выиграл *Сергей Емельянов* — представитель компании ОАО «МТЭР».

Спонсорами конкурсов «Лучший инженер (ученый) — сварщик России 2009» и «Лучший сварщик России 2009» выступили: ООО «ЭСАБ», Фирма «Техноавиа», ЗАО «Завод сварочных электродов «СИБЭС», ОАО «Линде Газ РУС», ЗАО «ЭлектроИнтел».

Компания ООО «ЭСАБ» для награждения победителей подарила инверторный выпрямитель Caddy Arc 150. Аппарат предназначен для ручной сварки плавящимся электродом (ММА) и для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (TIG).

Фирма «Техноавиа» наградила победителей мужским костюмом для сварщика «Марс», очками «Ультравижн» для газосварщиков, респиратором с дополнительной



защитой и перчатками-крагами «Джамбо».

ЗАО «Завод сварочных электродов «СИБЭС» предоставил сварочные электроды для конкурса «Лучший сварщик России 2009», а также два сварочных аппарата инверторного типа ведущих мировых компаний-производителей.

Компания ЗАО «ЭлектроИнтел» подарила инвертор российского производства.

ОАО «Линде Газ РУС» предоставила возможность участникам выставки показать свою продукцию в действии — обеспечила демонстрационные аппараты сварочными газами, что придало выставке большую зрелищность.

Международная выставочная компания MVK благодарит всех участников и партнеров, в числе которых Министерство промышленности и торговли РФ, Правительство Москвы, Правительство Московской области, ТПП РФ, МТПП, компания «Элсвар», РНТСО, ММАГС, EWA, журнал «Сварочное производство», отраслевую прессу и Интернет-порталы за содействие в организации и проведении выставки.

В 2010 году выставка «WELDEX/Рос-сварка» будет проходить с 12 по 15 октября в КВЦ «Сокольники» (Москва).

Подробная информация размещена на сайте www.weldex.ru.

До новых встреч!

● #1018

Международная научно-техническая конференция «Проблемы сварки, родственных процессов и технологий»



Конференция была проведена **14–17 октября 2009 г.** в г. Николаеве в Национальном университете кораблестроения им. Адмирала Макарова (НУК) под патронатом президента НАН Украины, директора Института электросварки им. Е. О. Патона, академика Б. Е. Патона и была посвящена 50-летию кафедры сварочного производства НУК и 75-летию ИЭС им. Е. О. Патона.

В конференции приняли участие ученые и специалисты более чем из 60 организаций и предприятий Украины, Российской Федерации, Республики Беларусь, КНР, Польши и Вьетнама (ИЭС им. Е. О. Патона, ИПМ им. И. Н. Францевича, ФТИМС, Институт сильноточной электроники, Институт физики прочности и материаловедения, Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, Белорусский государственный университет, Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Пекинский институт авиационных материалов, Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского, Московский энергетический университет, Воронежский государственный технический университет, НТУУ «КПИ», НУК им. Адмирала Макарова, Тернопольский государственный технический университет им. И. Пулюя, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, Приазовский государственный технический университет, Черноморский государственный университет им. П. Могила, а также предприятия ОАО «Вадан шипардс» — «Океан» и ГП НПКГ «Зоря» — «Машпроект»). Было представлено 130 докладов по актуальным направлениям сварочного производства, в том числе 39 пленарных. Наибольшее количество докладов (13) представили ученые ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. Они были посвящены новым разработкам в областях сварочных материалов для судостроения и судоремонта — три доклада (акад. НАНУ И. К. Походня и сотр.), свариваемости материалов — три доклада (акад. НАНУ В. И. Махненко, д-р техн. наук М. М. Савиц-

кий и сотр.), пайке материалов — 2 доклада (чл.-корр. НАНУ В. Ф. Хорунов и сотр.). Доклад чл.-корр. НАНУ И. В. Кривцуна осветил новые разработки в области гибридных лазерно-плазменных технологий сварки и обработки материалов; доклады д-ров техн. наук Ю. С. Борисова — нанесению газотермических покрытий, Л. С. Киреева — диффузионной сварке титановых конструкций, И. В. Пентегова — механизированной сварке сталей в среде защитных газов, А. А. Кайдалова — очистке поверхностей перед сваркой и родственными процессами.

Сибирским отделением РАН и учеными Беларуси были представлены четыре доклада по вопросам применения в сварке и родственных технологиях концентрированных потоков энергии, в частности, низкоэнергетических (20–30 кВ) сильноточных (сотни Ампер) электронных пучков (д-ра техн. наук Н. Н. Коваль, В. Е. Овчаренко, О. П. Солоненко, д-р физ.-мат. наук Ю. Ф. Иванов и др. — СО РАН) и компрессионных плазменных потоков (д-ра физ.-мат. наук В. В. Углов, В. М. Асташинский, Н. Т. Квасов, Н. Н. Черенда — Беларусь). Применение сильноточных электронных пучков при диффузионной сварке и пайке давлением рассмотрено в докладах, представленных НТУУ «КПИ», НУК, ЧГУ (д-р техн. наук В. Д. Кузнецов, докторант В. В. Квасницкий, д-ра техн. наук В. Ф. Квасницкий и Л. М. Дыхта).

Новые возможности повышения качества сварных конструкций с применением виброобработки продемонстрированы в докладе д-ра техн. наук А. Н. Гедровича и канд. техн. наук А. Б. Жидкова (ВНУ им. В. Даля), особенности и перспективы износостойкой наплавки порошковой лентой — в докладе д-ра техн. наук В. В. Чигарева и канд. техн. наук А. Г. Белика (ПГТУ).

Ряд докладов были посвящены проблемам, возникающим при эксплуатации сварных конструкций. В работе д-ра техн. наук Н. И. Пидгурского (ТГТУ) рассмотрены закономерности распространения усталостных трещин, в работе акад. НАНУ В. И. Махненко и канд. техн. наук А. С. Миленина пред-

ложена методика ранжирования дефектов магистральных газопроводов, основанная на вероятностной оценке риска аварийных ситуаций и позволяющая планировать ремонт без вывода газопроводов из эксплуатации; в работе д-ра техн. наук Л. И. Коростылева (НУК) рассмотрены методы расчета остаточной прочности сварных конструкций с учетом конструктивных и технологических факторов.

В докладах конференции рассмотрены также производственные технологии в судокорпусостроении и судовом машиностроении. В работе кандидатов техн. наук Н. П. Романчука, С. В. Драгана, Ю. В. Солониченка и др. (ОАО «Вадан шипярдс» — «Океан», НУК) проанализирована эффективность различных способов сварки монтажных соединений корпуса судна. В работе канд. техн. наук В. В. Романова и Ю. В. Бутенко (ГП НПКГ «Зоря — Машпроект») показана роль современных сварочных и родственных технологий в обеспечении разработки и производства высокоэкономичных газотурбинных установок различного назначения, конкурентоспособных на мировом рынке.

Свариваемость жаропрочных кобальтовых сплавов рассмотрена в работе сотрудников ФТИМС НАН Украины (д-р техн. наук В. М. Симановский и сотр.), а новые источники питания на основе квазирезонансного преобразователя для плазменных технологий представлены в докладе сотрудников НУК (канд. техн. наук Е. Н. Верещаго и сотр.).

Технологиям сварки алюминиевых сплавов, высокопрочных и нержавеющей сталей применительно к конструкциям различного назначения был посвящен доклад Р. Ястржембского и сотр., ремонтной лазерной сварке клапанов авиадвигателя из сплава никеля — доклад проф. А. Климпеля и сотр. (Польша), новой технологии дуговой сварки листов толщиной 0,3–3,0 мм с управляемым переносом металла — доклад инж. В. П. Слюта (ООО «Фрониус», Украина).

На пленарном заседании десять докладов были посвящены сварке в твердом состоянии и пайке материалов. Кроме упомянутого выше доклада чл.-корр. НАНУ В. Ф. Хорунова, в работе акад. НАНУ Ю. В. Найдича и сотрудников (ИПМ) предложена пайка тугоплавких металлов и оксидных материалов с использованием припоев на основе Ni–Nb, Cu–Ni–Nb, Au–Nb, в работе канд. техн. наук С. В. Максимовой (ИЭС) разработаны припои и технология пайки интерметаллидных титановых сплавов, в работе проф. Х. П. Ксинг и сотрудников (Китай) исследованы припои для соединения материалов на основе интерметаллида Ti_3Al .

Сварка в твердом состоянии разнородных металлов с пропусканием импульса тока большой плотности исследована в работе д-ра техн. наук А. И. Вовченко с сотр. (ИИПТ). В работе проф. В. Мао и сотр. (Китай) установлены условия получения TLP-соединений (диффузионная сварка с расплав-

ляющейся прослойкой) монокристаллического никелевого суперсплава ДД6. Совершенствованию технологий диффузионной сварки разнородных металлов на основе исследования термомеханических процессов и моделирования напряженно-деформированного состояния при сварке и охлаждении разнородных соединений с формированием остаточных напряжений посвящены доклады докторов техн. наук В. В. Пешкова и Л. С. Киреева (ВГТУ и ИЭС), В. Д. Кузнецова, докторанта В. В. Квасницкого (НТУУ «КПИ»), кандидатов техн. наук Г. В. Ермолаева и А. В. Лабарткава (НУК). С применением диффузионной сварки для создания сложного композиционного материала «металл-стекло» с коагуляцией меди для снижения структурных и термических напряжений получены уникальные изделия (работы д-ра техн. наук О. А. Барабановой и сотр., МАТИ — РГТУ им. К. Э. Циолковского).

На конференции также были представлены доклады, посвященные истории кафедры сварочного производства НУК (д-ра техн. наук С. С. Рыжков, В. Ф. Квасницкий (НУК), В. М. Емельянов (ЧГУ) и роли ИЭС им. Е. О. Патона в развитии судостроения (д-р исторических наук А. Н. Корниенко, канд. техн. наук А. П. Литвинов, д-р техн. наук А. Г. Потапьевский).

Сессия стендовых докладов проводилась 14 октября и в перерывах пленарных заседаний 15 и 16 октября 2009 г. Тематика стендовых докладов охватывала практически все отрасли промышленности, способы сварки плавлением, давлением, родственные процессы и технологии. Стендовые доклады были представлены практически всеми кафедрами сварочного направления, имеющимися в Украине.

Пленарные доклады опубликованы в Сборнике научных трудов НУК (2009, №3, №4), включенном в Перечень ВАК Украины, а стендовые доклады в сборнике «Проблемы сварки, родственных процессов и технологий»: Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры сварочного производства НУК и 75-летию ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины.

Участники конференции посетили николаевские предприятия ОАО «Вадан шипярдс» — «Океан» и ГП НПКГ «Зоря — Машпроект».

По итогам конференции принято решение, в котором отмечается высокий научный уровень и практическая значимость заслушанных докладов, активное участие ученых и специалистов сварочного производства в научных исследованиях. Решено проводить конференцию «Проблемы сварки, родственных процессов и технологий» регулярно с периодичностью один раз в два года.

В. М. Илюшенко, канд. техн. наук, А. А. Кайдалов, д-р техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона,
Совет Общества сварщиков Украины

● #1019

Международная конференция «Zvaranie 2009»

4–6 ноября 2009 г. в Татранской Ломнице (Словацкая Республика) состоялась XXXVII Международная конференция и дискуссионный форум «Zvaranie (Сварка) 2009». Организатор конференции — Словацкое сварочное общество (SZS).

В конференции приняло участие 88 ученых и специалистов из Словакии, Чехии, Украины и Польши. Был представлен 31 доклад по шести тематическим направлениям: прогресс в сварочных технологиях, прогрессивное изготовление сварных конструкций, контроль качества сварных соединений, направления развития и разработок в сварке, современное состояние и предполагаемые разработки нормативных документов в области сварки, ремонт сваркой и наплавкой. Состоялся также дискуссионный форум «Прошлое и настоящее в сварке. К 60-летию Исследовательского института сварки (VUZ) Словакии».

Все доклады отличались высоким уровнем и имели практическую направленность. Можно отметить ряд наиболее интересных докладов. В работе норвежских и словацких ученых (J. B. Stav, E. Engh, L. Mraz) был представлен опыт применения метода ABT (Activity Based Training) в обучении студентов-сварщиков, заключающегося в немедленной передаче теоретических знаний

или «ноу-хау» на рабочее место, где возникла новая практическая задача, а также опыт применения в лабораторной практике студентов современной цифровой техники iPod Touch и iPhone. Группа докладов представителей словацких фирм была посвящена электронно-лучевой и лазерной сварке сложных изделий в автомобильной и энергетической промышленности. В словацкой фирме «Prva Zvaracka a. s.» создан высоковольтный инверторный источник питания мощностью до 30 кВт для электронно-лучевой сварки. Фирма также представила новый универсальный модульный комплекс PZ-Autoweld для дуговой сварки и наплавки методами МИГ и МАГ различных элементов строительных конструкций (балки, листы и трубы). Словацкая фирма «МАНЕ» (J. Kusera) представила серию резонансных инверторных источников питания для дуговой сварки.

В рамках конференции были представлены экспозиции различных организаций, фирм и изданий, а также проведены презентации продукции фирм-изготовителей сварочного оборудования.

А. А. Кайдалов, д-р техн. наук,
Институт электросварки им. Е. О. Патона
● #1020

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



И.Р.Явдошину — 70 лет

Игорю Романовичу Явдошину, кандидату технических наук, старшему научному сотруднику Института электросварки им. Е.О.Патона 21 ноября 2009 г. исполнилось 70 лет.

В ИЭС Игорь Романович Явдошин работает с 1961 года. Сюда он пришел после окончания металлургического факультета Киевского политехнического института. За это время прошел путь от инженера-исследователя до ведущего сотрудника, руководителя лаборатории, занимающейся исследованиями металлургических, технологических процессов дуговой сварки и разработкой покрытых электродов общего и специального назначения.

Достижением многолетнего труда стало создание свыше 30 марок высокопроизводительных и низкотоксичных электродов с рутиловым и низководородным покрытием, которые широко применяются в отечественном сварочном производстве — выпускаются и используются десятками тысяч тонн в год. Разработанные электроды получили признание специалистов, коренным образом улучшили условия труда сварщиков и существенно повысили производительность труда. За эту работу И.Р.Явдошин в составе творческого коллектива ученых и специалистов отмечен Государственной премией СССР 1971 г.

Результаты деятельности И.Р.Явдошина отражены в десятках изобретений, на которые выданы авторские свидетельства, обобщены и изложены в кандидатской диссертации и почти в 100 публикациях.

Все, кто знает Игоря Романовича, высоко ценят его доброжелательность, отзывчивость, глубокую порядочность, ответственность и бескорыстность. Готовность и умение щедро делиться знаниями и опытом принесли ему заслуженный авторитет и уважение коллег.

Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия и редакция журнала «Сварщик» поздравляют юбиляра с замечательной датой и желают ему здоровья и новых творческих успехов.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«ИЭС им. Е.О. Патона»



ПАТОН ЭКСПО
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫСТАВКИ ПАТОН ЭКСПО 2010



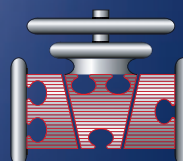
Киев

1–3 июня 2010

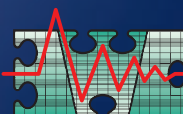
ВЦ «КиевЭкспоПлаза»



Сварка.
Родственные
технологии



Трубопроводный
транспорт



Неразрушающий
контроль

ОРГАНИЗАТОР:

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

ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

НАЦІОНАЛЬНА АКЦІОНЕРНА КОМПАНІЯ
НАФТОГАЗ
У К Р А І Н И
Национальная акционерная
компания «Нафтогаз Украины»



Общество сварщиков
Украины



Ассоциация ОКО



Физико-химический институт защиты
окружающей среды и человека



Торговый Дом
«Сварка»



Ассоциация производителей
и строителей полимерных трубопроводов



Ассоциация промышленного
арматуростроения Украины



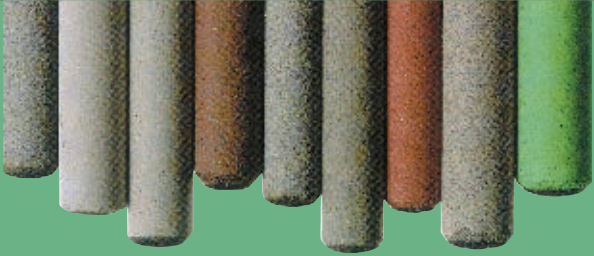
Выставочный портал Exponet.ru (Россия)



Компания Expotec
(Германия)

т./ф. +38 044 200-80-89(91)

www.paton-expo.kiev.ua



**НЕКОТОРЫЕ СЧИТАЮТ, ЧТО
ИМЕННО В СОСТАВЕ ОБМАЗОЧНОЙ МАССЫ
КРОЕТСЯ СЕКРЕТ УСПЕХА**



**МЫ ЖЕ УВЕРЕНЫ, ЧТО СТРОГОЕ СОБЛЮДЕНИЕ
ВСЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОДОВ —
ЗАЛОГ КАЧЕСТВЕННОЙ СВАРКИ**

**ПОЭТОМУ ОСУЩЕСТВЛЯЕМ ПОСТАВКИ ЭЛЕКТРОДОВ
ТОЛЬКО ОТ ЛУЧШИХ УКРАИНСКИХ
И ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.**

У нас всегда можно приобрести широчайший спектр сварочных электродов и проволоки для сварки углеродистых, низколегированных и высокомарганцевых сталей, чугунов и цветных металлов; таких как покрытые электроды марок АНО-21У, АНО-4, АНО-4И, АНО-36, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55.

Стабильное
качество и высокая
производительность сварки
гарантированы такой известной
торговой маркой, как

ОЗСМ ИЭС им. Е.О.Патона



ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

Все лучшее для сварки!

Т./ф. +38 0 44 200-8056
(многоканальный),
248-7336, 287-2716

comeco@svitonline.com

www.et.ua

