

THE LINDE GROUP

Linde



К новым вершинам с ПАО «Линде Газ Украина».

ПАО «Линде Газ Украина», входящее в международную промышленную группу Linde, является ведущим поставщиком промышленных газов и технологических решений для производства. Наши концепции и решения приносят ощутимые преимущества в металлообработке, при сварке, резке, пайке и других процессах.

Технологии, предлагаемые компанией ПАО «Линде Газ Украина», позволяют:

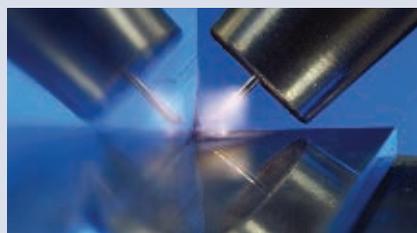
- Повысить производительность и качество.
- Снизить затраты.
- Применить новые формы газообеспечения.
- Занять лидирующее положение на рынке.

ПАО «Линде Газ Украина» г. Днепропетровск, ул. Кислородная, 1
тел./факс: (0562) 35-12-25, (056) 790-03-33 www.linde.ua

Филиал в г. Киев: ул. Лебединская, 3б тел./факс: (044) 507-23-69

Филиал в г. Донецк: ул. Баумана, 11 тел./факс: (062) 310-19-91

Филиал в г. Калуш: ул. Промышленная, 4 тел./факс: (034) 259-13-00





ЕКОТЕХНОЛОГІЯ

Київ 03150 вул. Горького, 62

sales@et.ua, equip@et.ua

www.et.ua

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



Більш ніж 1000 найменувань
промислових товарів
кращих вітчизняних та іноземних виробників

ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ





4 (86) 2012

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

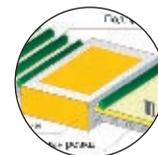
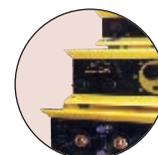
информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

4-2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	4
	Лидеры сварочного производства 65 лет ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий»	6
	Технологии и оборудование Применение электрических параметров режима высокочастотной сварки спиральношовных труб для организации процессов управления и контроля. <i>Е.А. Пантелеймонов, М.В. Самофалов</i>	10
	Механизированная линия PLAZER 30PL-W для плазменно-дугового проволочного напыления покрытий на крупногабаритные детали типа «вал». <i>В.Н. Коржик, М.Ф. Короб</i>	13
	Гибридная сварка: сочетание лазерной и MAG сварки. <i>F.Kolenic, E.Lechovic</i> ...	16
	Эффективные и экономичные сварочные системы Fronius для энергетического машиностроения	20
	Наплавка валков центрифуг линий производства минерального утеплителя. <i>Л.Н. Орлов, А.А. Голякевич, А.В. Хилько, А.А. Кузубов, А.А. Кузубов</i>	22
	Принцип работы и особенности конструкции фильтров автоматического затемнения компании 3M Speedglas. <i>Р.Картавых</i>	24
	Технологические форматы систем роботизированной дуговой сварки. <i>В.В. Иштуткин</i>	26
	Наши консультации	32
	Практикум сварщика Качество реза при плазменно-дуговой резке. <i>Г.И. Лашенко</i>	34
	Методы контроля качества сварных швов и соединений. <i>С.Т. Римский</i>	40
	Зарубежные коллеги	43
	Подготовка кадров Международный конкурс сварщиков в Китае. <i>А.А. Кайдалов, А.Н. Воробьев</i> ...	44
	Страницы истории Создание и покорение суперстали. Часть 2. Спецстали и проблемы сварки. <i>А.Н.Корниенко</i>	46
	Выставки и конференции Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности» «Металлообработка-2012». <i>А.В. Бернацкий</i>	52



Новини техніки й технологій	4
Лідери зварювального виробництва	
• 65 років ПАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів і стекловиробів».....	6
Технології й устаткування	
• Застосування електричних параметрів режиму високочастотного зварювання спіралношовних труб для організації процесів керування й контролю. <i>Є. А. Пантелеймонов, М. В. Самофалов</i>	10
• Механізована лінія PLAZER 30 PL-W для плазмово-дугового дрогового напильовання покриттів на великогабаритні деталі типу «вал». <i>В. Н. Коржик, М. Ф. Короб</i>	13
• Гібридне зварювання: сполучення лазерного й MAG зварювання. <i>F. Kolenic, E. Lechovic</i>	16
• Ефективні й економічні зварювальні системи Fronius для енергетичного машинобудування.....	20
• Наплавлення валків центрифуг ліній виробництва мінерального утеплювача. <i>Л. М. Орлов, А. А. Голякевич, А. В. Хилько, А. А. Кузубов, А. А. Кузубов</i>	22
• Принцип роботи й особливості конструкції фільтрів автоматичного затемнення компанії 3M Speedglas. <i>Р. Картавих</i>	24
• Технологічні формати систем роботизованого дугового зварювання. <i>В. В. Ішуткін</i>	26
Наші консультації	32
Практикум зварника	
• Якість різки при плазмово-дуговому різанні. <i>Г. І. Лащенко</i>	34
• Методи контролю якості зварних швів і з'єднань. <i>С. Т. Римський</i>	40
Зарубіжні колеги	43
Підготовка кадрів	
• Міжнародний конкурс зварників у Китаї. <i>А. А. Кайдалов, А. Н. Воробйов</i>	44
Сторінки історії	
• Створення й підкорення суперсталі. Частина 2. Спецсталі й проблеми зварювання. <i>А. М. Корнієнко</i>	46
Виставки й конференції	
• Міжнародна спеціалізована виставка «Устаткування, прилади й інструменти для металообробної промисловості» «Металообробка-2012». <i>А. В. Бернацький</i>	52

CONTENT

News of technique and technologies	4
Leaders of welding production	
• 65 years PJSC «Zaporozhye factory welding flux and glass-products» ..	6
Technologies and equipment	
• Application of electrical parameters of a mode of high-frequency welding spiral-seam of pipes for organization of processes of management and control. <i>E. A. Panteleymonov, M. V. Samofalov</i>	10
• The mechanized line PLAZER 30PL-W for plasma-arc wire dispersing of coverings on large-sized details such as «shaft». <i>V. N. Korzhik, M. F. Korob</i>	13
• Hybrid welding: a combination laser and MAG welding. <i>F. Kolenic, E. Lechovic</i>	16
• Effective and economic welding systems Fronius for power mechanical engineering.....	20
• Cladding of shafts of centrifuges of lines of production mineral heater <i>L. N. Orlov, A. A. Golyakevich, A. V. Hilyko, A. A. Kuzubov, A. A. Kuzubov</i>	22
• Principle of work and features of a design of filters of automatic blackout of the company 3M Speedglas. <i>R. Kartavich</i>	24
• Technological formats of systems robotized arc welding. <i>V. V. Ishutkin</i> ..	26
Our consultations	32
Practical work of the welder	
• Quality of cut at plasma-arc cutting. <i>G. I. Lashchenko</i>	34
• Methods of quality control of welded seams and joints. <i>S. T. Rimskiy</i> ..	40
The foreign colleagues	43
Training of personnel	
• The international competition of the welders in China. <i>A. A. Kaydalov, A. N. Vorob'ev</i>	44
Pages of a history	
• Creation and conquest of supersteel. Part 2. Special steels and problem of welding. <i>A. N. Kornienko</i>	46
Exhibitions and conferences	
• The international specialized exhibition «Equipment, devices and tools for a metal-working industry» «Metal working-2012». <i>A. V. Bernatskiy</i> ..	52

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор Б. В. Юрлов

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

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

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

Редакция Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

Маркетинг и реклама Т. И. Коваленко

Верстка Т. Д. Пашигорова

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 66

Телефон +380 44 528 3523, 200 5361

Тел./факс +380 44 287 6502, 287 6602

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

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

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

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

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

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

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

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

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

Подписано в печать 14.08.2012. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 1983 от 14.08.2012. Тираж 3000 экз.

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

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

© ООО «Экотехнология», 2012

Применение электрических параметров режима высокочастотной сварки спиральношовных труб для организации процессов управления и контроля



Е.А. Пантелеймонов, М.В. Самофалов

Рассмотрены возможность и целесообразность применения электрических параметров режима сварки для организации процессов управления и контроля в условиях действующих возмущений при производстве тонкостенных спиральношовных труб способом высокочастотной сварки.

Механизированная линия PLAZER 30PL-W для плазменно-дугового проволочного напыления покрытий на крупногабаритные детали типа «вал»

В.Н. Коржик, М.Ф. Короб

Описана механизированная линия PLAZER 30PL-W для плазменно-дугового проволочного напыления покрытий, комплект входящего в нее оборудования. Приведены ее техническая характеристика, преимущества технологии нанесения покрытий с помощью данного оборудования.

Гибридная сварка: сочетание лазерной и MAG сварки

Ф. Kolenic, E. Lechovic

Рассмотрена концепция гибридной сварки, представляющей собой комбинацию двух принципиально различных способов сварки — лазерной и дуговой (MIG/MAG, TIG и плазменная). Даны результаты экспериментальных исследований, описаны преимущества и особенности применения данного способа сварки.

Наплавка валков центрифуг линий производства минерального утеплителя

Л.Н. Орлов, А.А. Голякевич, А.В. Хилько, А.А. Кузубов, А.А. Кузубов

Описаны разработанная сварочная порошковая проволока ППС-ТМВ11С и технология наплавки под флюсом АН26 взамен процесса наплавки импортной сплошной проволокой. Приведены преимущества применения проволоки этой марки — гарантированное бездефектное качество наплавленного металла, невысокая стоимость.

Технологические форматы систем роботизированной дуговой сварки

В.В. Ишуткин

Рассмотрены технологические форматы и методы организации работы систем роботизированной дуговой сварки. Проведен сравнительный анализ производительности технологических схем форматов и представлены критерии их продуктивности.

Застосування електричних параметрів режиму високочастотного зварювання спіральшовних труб для організації процесів керування й контролю



Є.А. Пантелеймонов, М.В. Самофалов

Розглянуто можливість і доцільність застосування електричних параметрів режиму зварювання для організації процесів керування й контролю в умовах діючих збурювань при виробництві тонкостінних спіральшовних труб способом високочастотно-го зварювання.

Механізована лінія PLAZER 30PL-W для плазмово-дугового дрогового напилювання покриттів на великогабаритні деталі типу «вал»

В.Н. Коржик, М.Ф. Короб

Описано механізовану лінію PLAZER 30PL-W для плазмово-дугового дрогового напилювання покриттів, комплект встаткування, що до неї входить. Наведені її технічна характеристика, переваги технології нанесення покриттів за допомогою даного встаткування.

Гібридне зварювання: сполучення лазерного й MAG зварювання

Ф. Kolenic, E. Lechovic

Розглянуто концепцію гібридного зварювання, що представляє собою комбінацію двох принципово різних способів зварювання — лазерного й дугового (MIG/MAG, TIG і плазмового). Дано результати експериментальних досліджень, описані переваги й особливості застосування даного способу зварювання.

Наплавлення валків центрифуг ліній виробництва мінерального утеплювача

Л.М. Орлов, А.А. Голякевич, А.В. Хилько, А.А. Кузубов, А.А. Кузубов

Описано розроблений зварювальний порошковий дріт ППС-ТМВ11С і технологія наплавлення під флюсом АН26 замість процесу наплавлення імпортом суцільним дротом. Наведено переваги застосування дроту цієї марки — гарантована бездефектна якість наплавленого металу, невисока вартість.

Технологічні формати систем роботизованого дугового зварювання

В.В. Ишуткін

Розглянуто технологічні формати й методи організації роботи систем роботизованого дугового зварювання. Проведено порівняльний аналіз продуктивності технологічних схем форматів і представлені критерії їхньої продуктивності.

ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2012** на журналы «Сварщик» и «Все для сварки. Торговый Ряд».

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

Сварочный аппарат ВМЕ 160 (ВМ 50.00.000)

Однофазный сварочный аппарат ВМЕ 160 (ВМ 50.00.000) сочетает в себе такие необходимые качества высококлассного инвертора, как высокая продолжительность включения при максимальной силе тока (ПВ=70% при 160 А), минимальные габаритные размеры и масса, являющиеся преимуществом при работе на ответственных участках, на высоте и др.

Инвертор дает более мягкую и эластичную дугу. Аппарат стабильно работает даже



Техническая характеристика:

Диапазон регулировки силы сварочного тока, А	16–160
Напряжение, В:	
питающей сети	187–242
холостого хода	50–70
Частота питающей сети, Гц	49–60
Потребляемая мощность, кВт·А	3,7
Напряжение дуги, В	21–30
Диаметр электрода, мм	1,6–5
Габаритные размеры, мм	190×240×70
Масса, кг	2,5

от автономных генераторов мощностью 4 кВт, что весьма удобно при отсутствии электросети. Работу можно проводить на постоянном или переменном токе любыми электродами (вольфрамовыми, специализированными). Сварочный аппарат быстро охлаждается с помощью мощного вентилятора — уникальная система обдува позволяет использовать инвертор непрерывно в течение всего дня. В сочетании с дополнительным оборудованием сварочный инвертор ВМЕ 160 можно применять для сварки в среде инертных газов (TIG сварка). Инвертор универсален, он подходит как любителям, так и профессионалам. ● #1250

Группа компаний «Минисварка»
(Москва)

«Северсталь» поставила опытную партию новой марки стали S500MC для компании «КАМАЗ»

ОАО «Северсталь» в сжатые сроки разработала и согласовала технические стандарты на новые марки стали и сразу организовала опытные поставки партий для ОАО «КАМАЗ».

Новая сталь S500MC является аналогом высококачественной шведской стали DOMEX-500, при этом стоимость новой марки стали, произведенной на Череповецком меткомбинате (входит в состав дивизиона «Северсталь Российская сталь»), значительно ниже стоимости шведского образца.

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

В настоящий момент ведется отработка технологии аналогичных марок для поставки на заводы «Евродиск», кото-

рые изготавливают диски колес для автомобилей Volkswagen и Renault. Освоение и внедрение новых перспективных марок металлопроката ведется в рамках совместной программы ОАО «Северсталь» — ОАО «КАМАЗ», рассчитанной на 2012–2013 гг.

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

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

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

● #1251

www.metalbulletin.ru

Устройство ProTrainer для виртуального обучения сварке

Одной из наиболее обсуждаемых в настоящее время тем является виртуальная сварка. Она способствует значительной экономии времени и средств при проведении базового курса обучения сварщиков.

Устройство для обучения ProTrainer компании Kemppi создано на основе тренажера CS WAVE, который был разработан французской компанией Diginext и уже используется более чем в 150 учебных заведениях различных стран мира.

Тренажер позволяет сварщикам значительно улучшить свою технику даже без зажигания настоящей сварочной дуги. Его используют подобно игровым консолям, что позволяет оттачивать движения. Сварочная горелка играет роль джойстика и выглядит довольно реалистично. Для слежения и определения местонахождения горелки используют ультразвуковую технологию.

В процессе обучения основное внимание уделяют выработке правильной техники сварки и контролю траектории перемещения. Это устройство помогает ученику понять, как и под каким углом необходимо перемещать сварочную горелку в процессе сварки. Тренажер постоянно оценивает ученика и дает ему указания. Кроме того, первое время горение дуги, жидкая сварочная ванна, сильный шум и брызги расплавленного металла наверняка будут отвлекать внимание ученика-сварщика от положения руки.

После приобретения сварщиком достаточных навыков владения инструментом он



может начать практический курс обучения сварочным работам.

Устройство может быть использовано для обучения сварке MMA и MIG/MAG как по плоскости, так и в горизонтальном и вертикальном положениях. Упражнения подбирают индивидуально для каждого ученика. Задания могут быть сформулированы либо для отработки равномерности движения, скорости или разных углов газовой горелки, либо для контроля расстояния до сварочной поверхности. Как правило, наибольшей трудностью для учеников представляет умение одновременно контролировать все эти элементы, оставаясь при этом в рамках допустимых отклонений.

Инструктор может использовать компьютер для назначения индивидуальных заданий. Все результаты сохраняются в памяти устройства, и впоследствии их можно проанализировать вместе с учеником. ● #1252

Компания Kemppi

Харьковский ТЗ и МК «Азовсталь» получили патент на изобретение

В результате совместной работы технических специалистов ХТЗ, «Азовстали» и ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» получен патент № 98214 на изобретение «Способ производства стальных высокопрочных электросварных одношовных труб большого диаметра для магистральных трубопроводов». Изобретение относится к производству высокопрочных электросварных одношовных труб большого диаметра, которые изготавливают из горячекатаного листового проката и используют для сооружения магистральных газо- и нефтепроводов, а также к производству горячекатаных листов для таких труб.

В прошлом году мариупольскими и харьковскими металлургами был получен патент на совместное изобретение «Способ производства стальных высокопрочных электросварных двухшовных труб большого диаметра для магистральных трубопроводов».

«Во всем мире стальные трубопроводы применяются для транспортировки на большие расстояния природного газа и нефти, и альтернативы им пока нет, — комментирует один из авторов изобретения, генеральный директор ХТЗ Ю. Зинченко. — Повышение прочности основного металла и сварных соединений труб позволяет уменьшить толщину стенки, что обеспечивает дополнительную экономию затрат при строительстве трубопровода».

Технический результат изобретения состоит в обеспечении комплекса прочностных и пластических свойств труб за счет формирования механических свойств листового проката с учетом дальнейшего влияния трубного передела. ● #1253

www.prometal.com.ua

65 лет ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий»



За 65 лет завод прошел сложный путь послевоенного становления и развития, расширил ассортимент и нарастил объемы производства.

В соответствии с Постановлением Совета народных комиссаров УССР и ЦК КПБУ №107 от 11 ноября 1944 г. в Запорожье с целью обеспечения листовым стеклом разрушенного войной народного хозяйства на базе брикетного цеха коксохимического завода было начато строительство стекольного завода.

5 августа 1947 г. Запорожский стекольный завод был сдан в эксплуатацию. Задействован был только один цех с ванной стекловаренной печью площадью 14 м². К освоению производства оконного стекла завод приступил 30 октября 1947 г. Это было начало большого пути предприятия.

За свою бытность завод неоднократно перепрофилировали то на производство силиката натрия (1949 г.), то вновь на производство листового стекла, и после существенной реконструкции в 1952–1956 гг., когда был построен цех светотехнического стекла и флюсоваренное отделение №2, завод стал основным производителем сварочных флюсов, рассеивателей фар и подфарников для автотракторной промышленности Советского Союза.

В 1951 г. на заводе было организовано производство электроплавных флюсов и

печь по производству силиката натрия переведена на производство сварочных флюсов общего назначения. С момента организации производства флюсов общего назначения в ваннных печах и электроплавных флюсов коллектив завода работает в тесном сотрудничестве с коллективом Института электросварки им. Е.О. Патона. Большую часть оборудования и технологий по выпуску сварочных плавных флюсов вводили и осваивали на заводе впервые — впервые было освоено производство сварочных плавных флюсов общего назначения в газопламенных печах. Сотрудничество двух коллективов оказалось плодотворным в дальнейшем развитии сварочного производства в целом. Завод стал базовым предприятием по производству и совершенствованию производства сварочных плавных флюсов.

Увеличение строительства газопроводов, нефтепроводов в 1980-х годах в районах Сибири и Крайнего Севера предъявляло к сварочным материалам все более жесткие требования. Для решения этой проблемы сотрудниками завода совместно с ИЭС им. Е.О. Патона были разработаны флюсы с новым химическим составом и технологии их производства в газопламенных печах. С 1982 г. начато массовое производство флюса марки АН-47, а в 1992 г. — марки АНЦ-1А.

Под техническим руководством и с помощью ИЭС им. Е.О. Патона, а также непосредственно академика НАН Украины Б.Е. Патона была выполнена реконструкция завода.

К 1980 г. производство сварочных плавных флюсов увеличилось до 77 тыс. т в год по сравнению с 3,75 тыс. т в год в 1951 г. Производство сварочных флюсов составляло более 60% общего выпуска товарной продукции на заводе.

В 1984 г. Запорожский стекольный завод был переименован в Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий, а в 1994 г. после приватизации завод был преобразован в Открытое акционерное общество «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий», в 2011 г. переименован в Публичное акционерное общество «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий».



Благодаря большому опыту управления производством, глубоким профессиональным знаниям и инженерной эрудиции руководства, наличию квалифицированных специалистов и правильно выбранной руководством завода стратегии в освоении новой продукции и технологии ее изготовления, а также политики в области повышения качества, коллектив предприятия не только сберег свою работоспособность, но и за последние 10 лет увеличил производство в 1,5 раза. Выпуск сварочных флюсов возрос в 1,2 раза, производство растворимого силиката натрия — в 2,2 раза. За это время производительность труда одного работающего увеличилась в 1,4 раза, среднесписочное количество работников — на 2,6%, среднемесячная заработная плата на одного работника — в 4,2 раза.

Ежегодно предприятие обеспечивает рентабельный выпуск товарной продукции более чем на 15%. Более 60% продукции отгружается на экспорт. Отмечается стойкая тенденция увеличения объемов производства, улучшения экономических показателей деятельности предприятия, обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

С 1 января 2002 г. в производство внедрен инновационный проект «Разработка ресурсосберегающих технологий, оборудования и организация производства флюсов нового поколения методом двойного рафинирования с использованием отходов горнорудных предприятий Украины» технопарка Института электросварки им. Е.О. Патона. Это дало возможность единственному предприятию Запорожской области стать участником технологического парка Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины.

Сочетание технологий выплавки флюсов в газопламенных и электрических печах позволило не только улучшить качество продукции, но и снизить ее себестоимость за счет использования минеральных отходов — шлаковой корки, шлака силикомарганца и низкосортных марганцевых руд. Кроме того, стало возможным расширить номенклатуру продукции за счет использования этой уникальной технологии для выпуска пемзовидных флюсов.

Мировая практика производства плавных флюсов не знает такой технологии — она не только снижает энергозатраты, но и за счет использования вторичного сырья снижает потребность флюсового производ-



ства в природном сырье, в том числе импортном, а также в значительной степени решает проблему охраны окружающей среды. Так, благодаря организации производства инновационного продукта в заводских цехах уменьшены выбросы в атмосферный воздух вредных веществ от флюсоплавильного производства в 2 раза. Содержание соединений марганца, фтористого водорода, неорганической пыли с содержанием двуокиси кремния в отходящих газах от флюсоплавильной печи снизилось на 45–53%.

Разработан, защищен и находится в стадии внедрения в производство инновационный проект «Разработка синергетичных агломерированных флюсов, технологии их изготовления и организации промышленного производства» технопарка Института электросварки им. Е.О. Патона. Освоение отечественного производства инновацион-





ной продукции синергетических агломерированных флюсов будет содействовать развитию технологии сварочных производств в судостроении, металлургической, машиностроительной, топливно-энергетической, строительной и других отраслях. Инновационная технология промышленного производства синергетических агломерированных флюсов не имеет аналогов в мире.

Для повышения конкурентоспособности выпускаемых флюсов и растворимого силиката натрия, расширения их рынка сбыта на предприятии создана современная система менеджмента качества, подтвержденная Сертификатами TUV NORD CERT GmbH (Германия) на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2009 и научно-технического центра «СЕПРОЗ» НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT). Продолжаются работы в направлении совершенствования отдельных элементов системы с целью повышения ее эффективности. Получены сертификаты соответствия Российского морского регистра судоходства, Российского Госстандарта, ГП НТЦ «СЕПРОЗ» НАН Украины на все сварочные флюсы и растворимый силикат натрия.

Сегодня Публичное акционерное общество «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий», благодаря высокому техническому уровню, использованию современных инновационных механизмов, является одним из крупнейших в мире предприятий по производству сварочных

плавленных флюсов, занимает ведущие позиции в странах СНГ и ближнего зарубежья. Предприятие — основной поставщик в Украине сварочных флюсов и силиката натрия, рассеивателей света фар, биологических чашек Петри, стеклоизделий из прессованного стекла. Значительная часть продукции экспортируется в Польшу, Казахстан, Узбекистан, Беларусь, Италию, Турцию, Болгарию, Азербайджан, Россию, Молдову, Литву, Грузию, Чехию и другие страны.

С каждым годом множатся и укрепляются деловые связи предприятия с регионами Украины и странами ближнего зарубежья, поддерживаются отношения со странами дальнего зарубежья. Коллектив предприятия достиг стабильности в работе, значительно расширил объемы производства, освоил новые виды продукции, новые технологии. Растет численность персонала, своевременно выплачивается заработная плата и налоги в бюджет, пенсионный фонд и другие социальные фонды. Предприятие имеет свою базу отдыха, расположенную на берегу Азовского моря. Работники предприятия и их семьи, пенсионеры завода обеспечены льготными путевками. «Запорожстеклофлюс» направляет значительную часть средств и на оказание благотворительной помощи.

ПАО «Запорожстеклофлюс» достойно пережило годы социальных и экономических перемен в нашей стране. Сегодня коллектив предприятия полон сил, верит в свои возможности, с оптимизмом смотрит в будущее.

● #1254



ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

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

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

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



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

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АП, АН-47, АН-47Д, АН-47П, АН-60, АН-60М, ОСЦ-45, АНЦ-1А, ОСЦ-45 мелкой фракции.

(ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

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

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

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

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

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

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

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

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



ТРИАДА
СВАРКА

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
 СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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

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

sales@triada-welding.com

тел.: (061) 220-00-79

(061) 213-22-69

факс: (061) 233-10-58

(0612) 34-36-23

тел.: (056) 375-65-83

(050) 322-50-03

www.triada-welding.com

OrbiMAG – ПРОСТАЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СВАРКА



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



Больше информации:

www.otm-co.net

тел./факс: +380 (57) 7807081

Применение электрических параметров режима высокочастотной сварки спиральношовных труб для организации процессов управления и контроля

Е. А. Пантелеймонов, канд. техн. наук, М. В. Самофалов, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Сварные тонкостенные спиральношовные (СШ) трубы применяют в системах вентиляции, водоснабжения, при изготовлении трубчатых конструкций и различных технологических устройств. В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны технология и оборудование для производства СШ труб диаметром 50–3200 мм с толщиной стенки 1–3 мм из низкоуглеродистых и низколегированных сталей способом высокочастотной сварки (ВЧС). В качестве источника нагрева используют ламповый генератор мощностью 160 кВт, частотой 440 кГц. Скорость сварки 0,5–1 м/с, в зависимости от диаметра и толщины стенки труб. Металл сварных швов по своим прочностным характеристикам не уступает основному металлу. В то же время, расширение областей применения тонкостенных СШ труб вызывает необходимость изготовления труб ответственного назначения с высоким и стабильным качеством сварных соединений.

Одним из условий получения соединений гарантированного качества является поддержание оптимальных режимов сварки. Исследования в области ВЧС прямошовных и спиральношовных труб со стыковым соединением кромок, выполненные в ИЭС им. Е. О. Патона, свидетельствуют, что при выборе режимов сварки следует ориентироваться на характеристики пульсации электрических параметров, которые отражают реакцию источника нагрева на изменение нагрузки вследствие контактного оплавления свариваемых кромок. Такой подход к организации процессов управления и контроля целесообразно использовать при производстве СШ труб с учетом особенностей формирования термомеханического цикла сварки.

По технологии, разработанной в ИЭС, формовку тонкостенных СШ труб выполняют с перекрытием свариваемых кромок. Это позволяет исключить угловую деформацию в области шва. Ток высокой частоты подводят к кромкам контактным способом. Действие тока проявляется в преимущест-

венном нагреве и оплавлении обращенных друг к другу поверхностей кромок. При последующей прокатке оплавленных кромок в валках формовочно-сварочной клетки происходит вытеснение расплавленного металла из зоны соединения и закатка грата. В результате образуется косостыковое сварное соединение с углом наклона линии соединения к поверхности трубы 40–60°. Особенностью сварки СШ труб является взаимосвязь и взаимовлияние процессов нагрева, оплавления и осадки свариваемых кромок с динамикой их схождения. Любые отклонения указанных процессов приводят к изменению термомеханического цикла сварки, что влечет за собой изменение качества сварных соединений или возникновение дефектов в сварном шве. В зависимости от уровня возмущений соответствующую реакцию источника нагрева на изменение комплексного сопротивления свариваемых кромок можно проследить по реализациям электрических параметров режима сварки СШ труб диаметром 106×1 мм из низкоуглеродистой стали, приведенных на *рис. 1*. Регистрация и обработка сигналов выполнена с применением программы Power Graph, версия 3.3. Шаг дискретизации 0,1 мс. Однополярные сигналы U_k и I_k представляют собой результат выпрямления и сглаживания РС-фильтрами низкой частоты с частотой среза на уровне 3 кГц выходных сигналов датчиков напряжения (емкостной делитель) и тока контактов (пассивный индукционный преобразователь тока). Сигнал Z_k косвенно характеризует сопротивление кромок. Для вычисления Z_k использовали делитель аналоговых сигналов U_k и I_k , схема которого построена по принципу логарифмирования и антилогарифмирования сигналов. В сигналах U_k и I_k явно выражена модулирующая функция частотой 300 Гц (*рис. 1, б*). Нали-

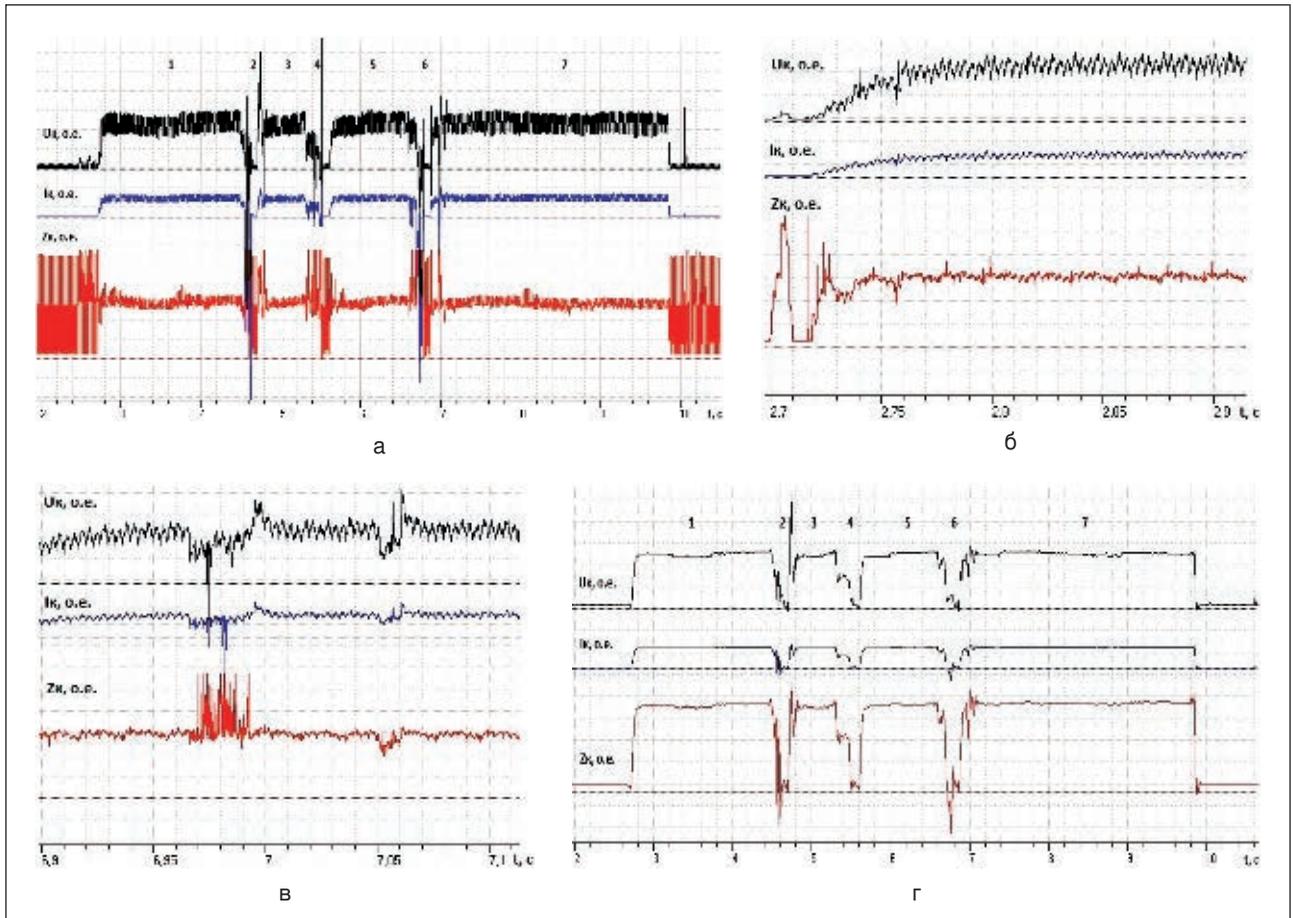


Рис. 1. Реализации сигналов U_k , I_k , Z_k (в относительных единицах): низкая (а, г) и высокая (б, в) скорости регистрации; г — после дополнительного сглаживания фильтрами низкой частоты с применением программы Power Graph

чие модулирующей функции обусловлено построением схемы источника нагрева. Анодное напряжение лампы формируется трехфазным тиристорным регулятором напряжения питающей сети и неуправляемым трехфазным выпрямителем. Глубина модуляции зависит от условий согласования источника нагрева с нагрузкой. Кратковременное (0,5–0,6 с) изменение максимальной амплитуды сигнала U_k (участок 1, рис. 1, а) или сигналов U_k , I_k , Z_k (рис. 1, в) возникает при кратковременном отклонении скорости сварки. Периодический дрейф максимальной амплитуды сигналов U_k и I_k , с частотой 1–3 Гц является следствием биения валков формовочно-сварочной клетки. Серповидность исходной ленты вызывает периодический низкочастотный (0,2–0,5 Гц) дрейф максимальной амплитуды сигналов U_k , I_k , Z_k . В этом случае происходит периодическое изменение перекрытия свариваемых кромок. Уменьшение перекрытия снижает временное сопротивление σ_B и ударную вязкость α_n сварных соединений. Кратковременное (0,01–0,015 с)

изменение сигнала Z_k (рис. 1, в) свидетельствует о прохождении через формовочно-сварочную клетку исходной ленты с дефектами кромок и появлении коротких дефектов в сварном шве. Нарушение контакта в точке подвода тока к кромок и срыв генерации, что приводит к появлению непроваров в сварном соединении, отображается кратковременным (0,2–0,4 с) снижением амплитуды сигналов до нуля (участки 2, 4 и 6, рис. 1, а, г). Уменьшение максимальной амплитуды сигналов U_k и I_k , при выборе режима сварки с низким значением подведенной к свариваемым кромок мощности повышает вероятность образования подрезов при закатке грата.

Анализ амплитудного спектра (рис. 2) сигналов U_k , I_k и Z_k при отсутствии возмущений в очаге сварки показывает, что в модулирующей функции сигналов присутствует периодическая составляющая частотой 300 Гц и отсутствуют составляющие других частот. Это показатель того, что при сварке СШ труб по описанной технологии оплавление кромок происходит преимущественно

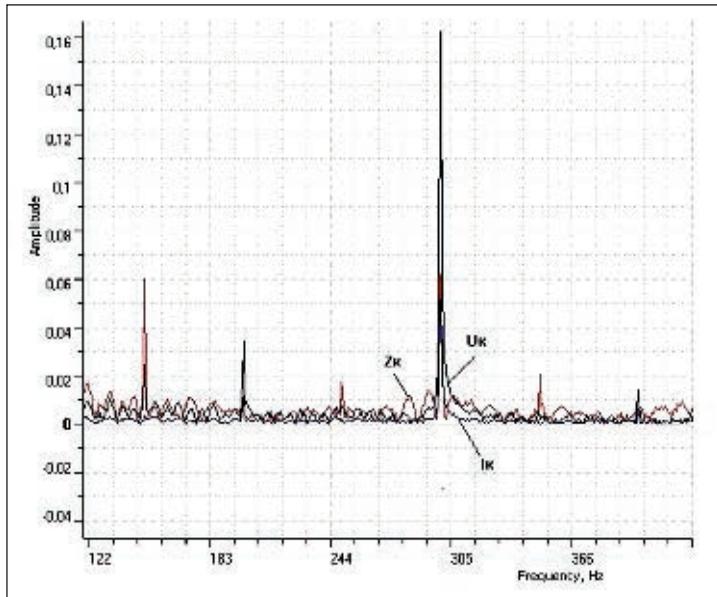


Рис. 2. Амплитудный спектр сигналов U_k , I_k и Z_k

но в точке схождения (точка первичного электрического контакта между кромками), а не на протяженном по длине участке оплавления. С учетом особенностей реакции источника на возмущения в очаге сварки можно считать, что показателем установившихся режимов сварки с фиксированным положением точки схождения кромок является постоянство максимальной амплитуды модулированных сигналов U_k и I_k (см. рис. 1, а) или амплитуды сигналов U_k , I_k , Z_k (см. рис. 1, з). Это определяет целесообразность использования данных параметров для организации процессов управления и контроля в условиях действующих возмущений при производстве СШ труб способом ВЧС. По соответствующей реакции источника нагрева на изменение комплексного сопротивления кромок можно судить об источнике возмущений. ● #1255

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Ю.В. Демченко — 60 лет



В августе старшему научному сотруднику Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины Юрию Владимировичу Демченко исполнилось 60 лет. После окончания Киевского политехнического института в 1976 г. он начал трудовую деятельность на кафедре «Материаловедение и технология конструкционных материалов». В ИЭС работает с 1979 г. После окончания аспирантуры здесь же защитил кандидатскую диссертацию.

Научная деятельность Ю.В. Демченко неразрывно связана с решением задач металлургии, а именно разработки принципов создания экономнолегированных хорошо свариваемых сталей, применяемых в производстве металлоконструкций ответственного назначения для современной грузоподъемной, горнодобывающей, дорожной и другой техники, а также для строительства.

Ю.В. Демченко были выполнены специальные исследования по определению механизма действия кремния в металле на структуру и хладостойкость ЗТВ сварных соединений.

Совместно с сотрудниками Института черной металлургии НАН Украины Ю.В. Демченко принимал активное участие в организации промышленного производства высококачественной полосы и ленты из стали 08ЮТспнк для изготовления сепараторов подшипников повышенной надежности. На МК «Азовсталь» и Алчевском МК внедрены полуспокойные стали 15Г2АФДпс и 20Г2АФДпс повышенной прочности для конструкций ответственного назначения и облегченных шахтных крепей. На МК «Криворожсталь» осуществлен переход на новые полуспокойные стали марок 25Г2пс и 35Гпс для хорошосвариваемой арматуры.

Результаты научных разработок и экспериментальных исследований, выполненных при непосредственном участии Ю.В. Демченко, положены в основу организационно-технических мероприятий при производстве термочного проката на МК «Азовсталь». За комплекс работ по этой теме Ю.В. Демченко в составе творческого коллектива молодых ученых удостоен Республиканской премии в области науки и техники имени Николая Островского.

На нынешнем этапе деятельности приобретенные качества ученого, большой практический опыт и знания позволяют ему успешно организовывать и проводить ремонтные работы на промышленных предприятиях. В числе таких предприятий ПАО «Интерпайп», ПАО «СКФ-Украина», ПАО «Полтавский ГОК», Киевский метрополитен (Украина), ОАО «Карельский окатыш», Московский метрополитен (Россия) и другие. За ряд технологических решений, направленных на повышение работоспособности оборудования КП «Киевский метрополитен», отмечен благодарностью Киевской горгосадминистрации. Он Международный инженер-сварщик (IWE). Активно участвует в организации международных выставок и научных конференций, проводит экспертизу и рецензирование научных работ, публикаций и изобретений. Является автором и соавтором более 60 научных трудов, из которых 3 монографии. Член редакционной коллегии журнала «Сварщик».

Юрий Владимирович пользуется заслуженным авторитетом среди коллег благодаря высокому уровню компетентности и человеческим качествам.

От всей души поздравляем Юрия Владимировича с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

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

Механизированная линия Plazer 30PL-W для плазменно-дугового проволочного напыления покрытий на крупногабаритные детали типа «вал»

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

Механизированная линия PLAZER 30PL-W предназначена для нанесения износостойких покрытий при изготовлении новых узлов или восстановления изношенных поверхностей крупногабаритных деталей типа «вал», в том числе осей колесных пар в механизированном режиме плазменно-дуговым напылением с использованием специальной порошковой и высоколегированной проволоки.

Абсолютное большинство деталей тягово-подвижного состава железнодорожного транспорта и других подобных изделий утилизируют не по причине выработки усталостной прочности, а из-за геометрического изнашивания в сопряжениях пар трения.

Оси колесных пар чаще всего отбраковывают по причине фреттинг-износа посадочных мест подшипников и бандажей колес, при этом ресурс работоспособности оси остается еще не менее 90%.

Технология плазменно-дугового напыления позволяет на таких деталях создавать покрытия из высоколегированных сплавов, восстанавливать геометрические размеры и обеспечивать увеличение их ресурса за счет применения покрытий из более износостойких материалов в зоне изнашивания, что фактически является модернизацией деталей и узлов.

Механизированная линия PLAZER 30PL-W (рис. 1) включает:

- плазменно-дуговую установку для проволочного напыления;
- вращатель валов (колесных пар);
- камеру для напыления покрытий;
- камеру для струйно-абразивной обработки поверхности деталей перед напылением;
- манипулятор плазмотрона;
- абразивоструйный аппарат нагнетательного типа;
- респираторную систему для очистки от пыли (абразива и остатков напыляемого материала);

- вентиляционную систему с вентиляторами;
- блок подготовки сжатого воздуха для абразивоструйного аппарата и системы охлаждения изделия;
- систему управления линией, совмещенную с пультом управления плазменно-дуговой установкой и абразивоструйным аппаратом.

В плазменной установке реализуется процесс плазменно-дугового проволочного напыления в аргоновой дуге с интенсивным воздушным обдувом. Дуга горит между вольфрамовым катодом, обдуваемым небольшим количеством аргона, и плавящейся токоведущей проволокой, подаваемой за срезом двойного сопла плазмотрона.

Плазменная установка имеет шкаф управления со специализированным инверторным источником питания, плазмотрон с регулировочным механизмом (рис. 2), механизм подачи проволоки, кабель (шланговый пакет), блок поджига дуги. В комплект могут входить расходные материалы: специальная порошковая проволока для нанесе-

Рис. 1. Внешний вид полуавтоматической линии PLAZER 30PL-W



Техническая характеристика механизированной линии PLAZER 30PL-W:

Размеры деталей для плазменно-дугового напыления (осей колесных пар), мм, не менее:

длина оси	2220
диаметр оси	200
длина шейки оси	130–200
диаметр шейки оси	190–220
Максимальная масса напыляемой оси, кг, не более	400–500
Частота вращения оси при напылении, об/мин.	6–180
Частота вращения оси при абразивоструйной обработке, об/мин.	6–30
Скорость перемещения плазмотрона вдоль оси, мм/с	0–30
Скорость перемещения абразивоструйного сопла вдоль оси, мм/с	0–10
Ток электрооборудования с программированным контроллером	Переменный трехфазный
Частота тока, Гц	50
Напряжение сети, В	380
Напряжение цепей управления, В	24
Давление сжатого воздуха в пневмосистеме (оборотного воздухоснабжения), кПа	Не менее 600; не более 800
Толщина шумозащитного слоя, мм:	
полимерного	0,5
пенопласта	20
базальта	58
стекловолокна	1,5
Окно со светофильтром для визуального наблюдения за процессом, шт.	1
Объем воздуха, отсасываемого аспирационной установкой, м ³ /ч	5–7
Фильтр очистки от пыли и аэрозолей в аспирационной установке	+
Потребляемая мощность комплекса (без плазменной установки), кВт, не более	12
Габаритные размеры (Д×Ш×В)камеры-полуавтомата с учетом зоны обслуживания (без сверхзвуковой плазменной установки), мм, не более.	5350×3400×2320
Масса технологического полуавтоматического комплекса (без плазменной установки), кг, не более.	2200



Рис. 2. Плазмотрон плазменной установки полуавтоматической линии PLAZER 30PL-W

ния износостойких покрытий и восстановления изношенных поверхностей деталей.

Шкаф управления включает измерительную, пускорегулирующую и сигнальную аппаратуру. На лицевой панели шкафа управления размещены: передняя панель источника электропитания, приборы для измерения, контроля и регулирования давления и расхода рабочих газов, для управления механизмом подачи проволоки и двигателем подачи проволоки, режимами работы установки, схемы запуска плазмотрона, газоподготовки воздуха и аргона.

Особенности процесса нанесения износостойких покрытий (рис. 3), который реализуется на предлагаемом оборудовании и основан на распылении плазменной дугой токоведущей проволоки-анода, следующие:

- плавление материала проволоки происходит в защитной атмосфере аргона;
- дробление расплавленного материала и ускорение дисперсных частиц осуществляется аргоновой плазмой;
- с помощью сверхзвукового потока воздуха, истекающего из кольцевого зазора между соплами плазмотрона, обеспечивается сжатие и ускорение плазменной струи, а также защита напыляемого материала от окисления.

Перечисленные особенности обеспечивают минимальные потери на испарение

Техническая характеристика плазменной установки:

Потребляемая мощность, кВт, не более	30
Напряжение питающей сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, В	380 ⁺¹⁹ ₋₃₈
Напряжение холостого хода, В	160
Диапазон регулирования силы рабочего тока, А	100–250
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	30–80
Наибольшая продолжительность включения ПВ, %	100
Расход воздуха при давлении 0,6 МПа, м ³ /ч	50
Расход аргона при давлении 0,1 МПа, м ³ /ч	2
Скорость подачи проволоки, м/мин.	5–15
Охлаждение плазмотрона	Воздушное
Ресурс сопла и катода плазмотрона, часов машинного времени.	Не менее 100
Габаритные размеры, мм:	

 источника электропитания 501×478×503
 шкафа управления. 605×605×1600



Рис. 3. Плазменно-дуговое напыление износостойких покрытий на шейку оси колесной пары на линии PLAZER 30PL-W

материала проволоки, минимальное его насыщение кислородом и азотом, получение оптимального гранулометрического состава расплавленных частиц распыляемой проволоки, достижение частицами напыляемого материала максимально высокой скорости при соударении с основой, получение наиболее высокой объемной концентрации напыляемых частиц, минимальный угол раскрытия потока напыляемого материала (несколько градусов).

Это способствует повышению плотности покрытия (пористость 0,5–2,5%) при максимальных характеристиках его прочности сцепления с основой (не менее 50 МПа при нормальном отрыве), когезионной прочности, а также предотвращает выгорание легирующих элементов в процессе напыления покрытия.

Металлографический анализ подтверждает возможность получения с помощью установки покрытий из высоколегированной проволоки с пористостью, близкой к «нулевой». Так, например, на микрошлифах покрытий из порошковой проволоки системы Fe–Cr₃C₂–Al, содержащей в качестве порошкового наполнителя карбид хрома, пор практически нет, заметны только прослойки и включения карбидов (рис. 4).

Подобная картина наблюдается для покрытий из высоколегированной проволоки Fe–Cr–Ni–Mn–Mo–W–C и для других типов износостойких покрытий из композиционной и высоколегированной проволоки.

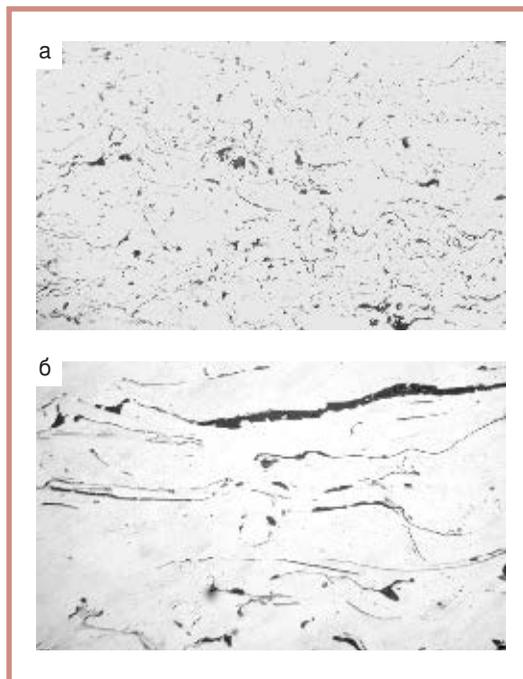


Рис. 4. Микро-структура плазменных покрытий из порошковой проволоки Fe–Cr₃C₂–Al, нанесенных с помощью оборудования PLAZER SA-AW 30PL-W

К преимуществам технологии нанесения покрытий с помощью оборудования PLAZER 30PL-W относятся:

- напыление не снижает усталостной прочности и других прочностных характеристик восстанавливаемой детали, в отличие от наплавки (нагрев изделия не более 150°С);
- отсутствует деформация восстановленной детали;
- высока стабильность процесса напыления и свойств покрытий (ресурс формирующей плазменную дугу сопла и катода не менее 100 ч машинного времени);
- есть возможность наносить покрытия из различных типов высоколегированной, композиционной (порошковой) проволоки, в том числе содержащей упрочняющие композиции (карбиды, бориды, оксиды и т. п.) и таким образом регулировать твердость, износостойкость, коррозионную стойкость и другие эксплуатационные характеристики поверхности деталей;
- отличается простотой в эксплуатации, не требует высококвалифицированного персонала.

Механизированная линия PLAZER 30PL-W позволяет восстанавливать крупногабаритные валы, в т. ч. оси колесных пар, получая на выходе отремонтированные детали с ресурсом, превышающим ресурс новой детали при себестоимости процесса на 30% ниже цены нового изделия. ● #1256

Гибридная сварка: сочетание лазерной и MAG сварки*

F. Kolenic, E. Lechovic, PRVA ZVARACKA, a.s. (Братислава)

Концепция гибридной сварки состоит в объединении лазерной и дуговой сварки (MIG/MAG, TIG и плазменная). Развиваясь достаточно быстро, данный способ получает широкое применение. Поиск новых технологических решений часто ведет к синтезу уже развитых технологий. Как следствие такого подхода, возникают качественно новые результаты, которые, в конечном счете, благодаря синергетическому эффекту приводят к объединению особенностей различных процессов, причем гибридная сварка в этом отношении является наглядным примером.

При комбинации двух принципиально различных способов сварки возникает новый способ, который характеризуется существенно большим количеством технологических параметров. Среди них можно выделить следующие:

- технологические параметры каждого применяемого сварочного процесса;
- компоновка методов сварки с учетом направления сварки;
- расстояние от лазерного луча до места сварки;
- углы наклона дуги и лазерного луча;
- расход и состав защитного газа.

По теоретическим моделям, в которых учитываются данные технологические параметры, весьма сложно точно определить состояние сварочной ванны и свойства металла шва, и полученные результаты достаточно приблизительные.

При сварке данным способом предполагается, что глубина шва будет соответство-

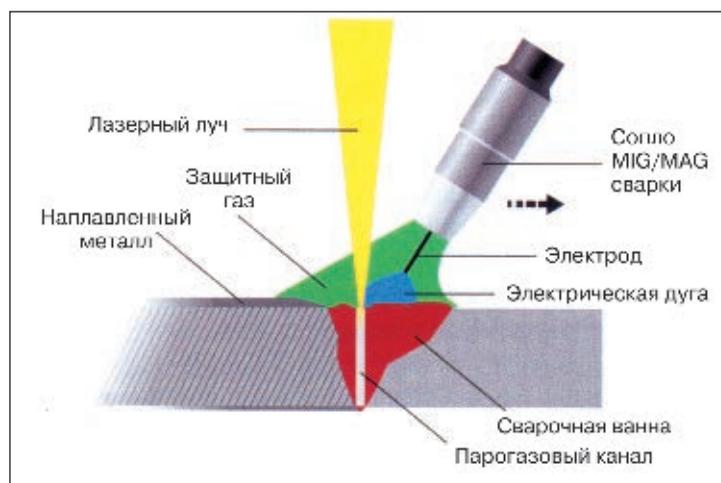
вать глубине при лазерной сварке, а ширина шва в корневой его части будет близка к ширине, получаемой при MIG/MAG либо TIG сварке, причем в поверхностной части шва можно достичь глубокого и сплошного проплавления. При этом требования к качеству подготовки свариваемых поверхностей по сравнению с лазерной сваркой невысоки.

Экспериментальные исследования гибридной лазерной-MAG сварки (рис. 1) были проведены при сварке определенного материала без промежуточной обработки с целью определения основных характеристик процесса без влияния промежуточной обработки на процесс. При этом установлено влияние сварочных параметров на форму и размеры наплавленной области как основного критерия оценки для практического применения гибридных процессов. Затем было выполнено стыковое сварное соединение с различными разделкой кромок, зазором и толщиной металла.

Эксперименты проводили с помощью гибридной сварки (лазер+MAG) на образцах из конструкционной углеродистой стали 11373 (S235JRG1 согласно EN10027-1) и аустенитной стали 17246 (X10CrNiTi 18-10). В некоторых случаях использовали сталь 16224 (S690QL) в комбинации со сталью 11373. Толщина опытных образцов колебалась в пределах 3, 5, 8, 10 мм. Применяли CO₂-лазер Ferranti Photonics AF8 с гауссовским распределением энергии в дуге (мод. TEM 00), длина волны 10,6 мкм, мощность до 8 кВт. Для дуговой сварки методом MIG/MAG применяли источник питания Aristo MIG 450 (ESAB).

Перед отдельными экспериментами оптимизировали взаимное расположение лазерной головки и сварочной дуги (рис. 2) и определяли оптимальные сварочные параметры так, чтобы сварка обоими методами в одну сварочную ванну проходила стабильно с хорошим формированием металла шва. Координаты комбинированной головки устанавливали на управляемом рабочем столе

Рис. 1. Принцип гибридной лазерной-MAG сварки



* Статья опубликована в журнале «Зварак» №4–2011.

(с рабочим пространством 3000×2000×150 мм) с передвижением по осям x и y , а также суппорт в направлении оси z .

При сварке всех опытных образцов лазер работал в непрерывном режиме, использовали два типа фокусирующей оптики (5" и 7"). Источник сварочного тока при методе MIG/MAG также работал непрерывно, в режиме ручной установки сварочных параметров либо в режиме синергетического управления.

Экспериментальную наплавку оценивали путем измерения характерных размеров наплавленной области (рис. 3) на поперечных разрезах после травления и по макроструктуре наплавленного металла (рис. 4) с учетом удельной энергии. Удельная энергия гибридной сварки представляет собой сумму удельных энергий обоих методов сварки, выполняемых в общую сварочную ванну.

Поверхность наплавки и поперечное сечение на стали 11373 показаны на рис. 4. По характерной форме и размерам наплавленного металла можно определить глубину проплавления и общую площадь поперечного сечения наплавленной области (см. рис. 3).

При гибридной сварке, кроме визуального контроля наплавленного валика и корня шва, был выполнен металлографический анализ структуры металла шва, исследование микротвердости и прочности.

На рис. 5 показана влияние удельной энергии сварки на глубину проплавления и общую площадь поперечного сечения наплавленной области. Эта зависимость наглядно характеризует каждый процесс сварки отдельно и в комбинации, т. е. гибридную сварку.

Исследование экспериментальной лазерной сварки на стали 11373, а также лазерной сварки в комбинации с методом MAG показало, что гибридный процесс позволяет достичь большей толщины наплавки и более чем 100% увеличения объема наплавленного металла по сравнению с дуговой сваркой (см. рис. 5).



Рис. 2. Взаимное расположение лазерной головки и сварочной дуги при гибридной сварке: а — рабочее расстояние лазерной головки (50 мм); б — смещение лазерного луча (2 мм); α — угол наклона MAG сопла ($\alpha=55^\circ$)

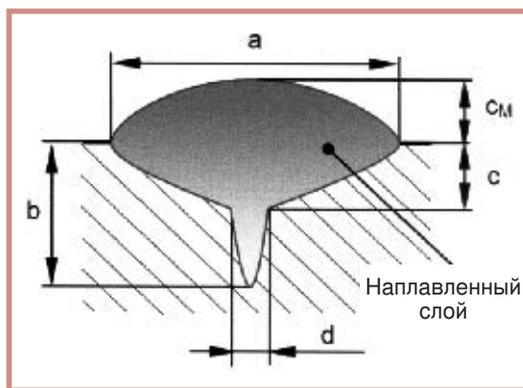


Рис. 3. Измерение характерных размеров лазерной-MAG наплавки

Интересно также то, что при гибридной сварке не была достигнута такая большая толщина наплавки, как при лазерной сварке. Это, видимо, связано с тем, что при MAG сварке применяют сварочный материал, который для расплавления требует части энергии лазерного луча, при этом происходит усиление сварного шва за счет толщины наплавки.

Примечательно также, что удельная энергия при гибридной сварке была ниже, чем при лазерной сварке, при которой предполагается достичь большей толщины наплавки.

Указанные преимущества гибридной сварки вытекают из наплавочных характе-

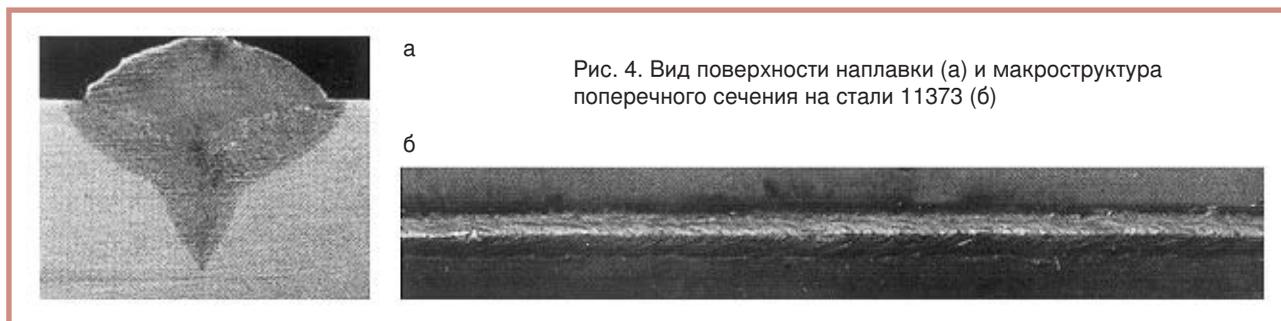
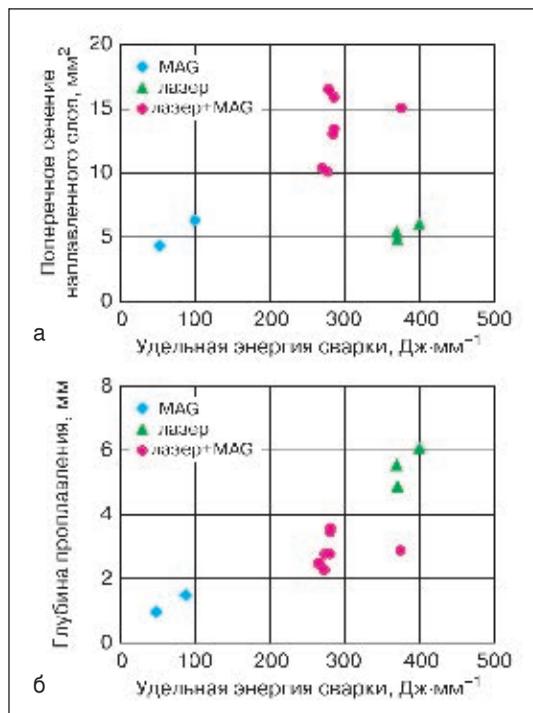


Рис. 4. Вид поверхности наплавки (а) и макроструктура поперечного сечения на стали 11373 (б)

Рис. 5. Зависимость общей площади поперечного сечения (а) и глубины проплавления наплавленной области (б) от удельной энергии сварки



ристик, которые проявились при сварке деталей, собранных под сварку с различным зазором. Макроструктура поперечного сечения стыкового сварного соединения из аустенитной стали 17246 толщиной 5 мм, выполненного с зазором 0,8 и 1,2 мм, показана на рис. 6. Очевидно, что и с большим сварочным зазором, который допустим при лазерной сварке, гибридной сваркой можно выполнить шов с достаточно качественной поверхностью и полным проплавлением без проседания корня шва.

Кроме возможности сваривать при более широком сварочном зазоре, гибридная сварка показала более высокую производительность (рис. 7), так как позволила сваривать металл большей толщины за один проход при высокой скорости сварки с умеренным смещением кромок по сравнению с дуговой сваркой (рис. 8).

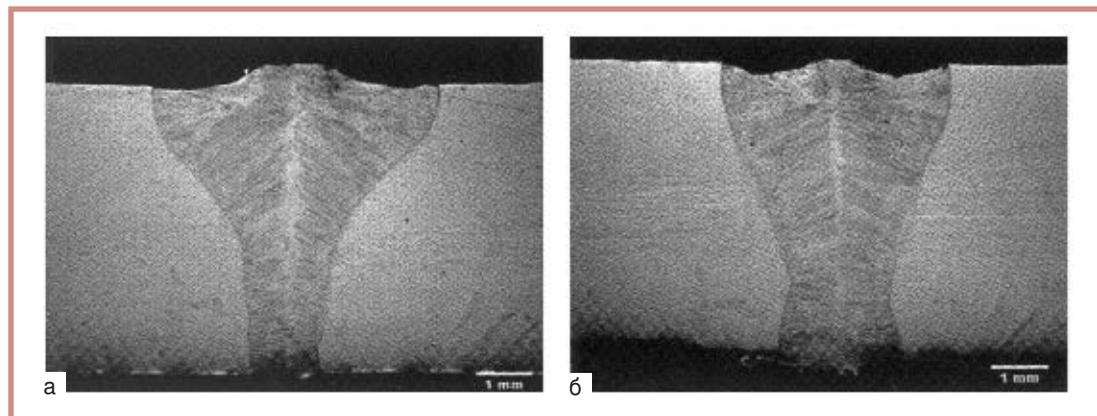
Цель статьи — обратить внимание на потенциальные возможности гибридной сварки (лазер+MAG) специалистов в области автомобиль- и судостроения. На основании исследований, полученных при изучении свойств наплавленного металла и сварных соединений можно сделать следующие выводы.

1. Сварку металла большой толщины дуговыми методами выполняют за несколько проходов, т. е. с большим количеством валиков в сварном шве. При гибридной же сварке достигают большей толщины наплавки за один проход. К тому же, большая глубина проплавления присуща лазерной сварке. Следует также отметить, что для достижения большей толщины наплавки не нужно применять мощный лазер, достаточно в дополнение использовать более дешевый источник питания электрической дуги — это более экономично.

2. Экспериментально установлено, что скорость гибридной сварки значительно превышает скорость MAG сварки. Надо заметить, что скорость при гибридной сварке лимитирована дуговым процессом, который при больших скоростях нестабилен. В комбинации с лазером область стабильности смещается в направлении к большим скоростям. В реальности при гибридной сварке достижима более высокая производительность, как и при MAG сварке. Относительно она тем выше, чем выше толщина свариваемого материала.

3. Несмотря на то, что увеличение производительности сварки постоянно является главным требованием, нельзя не требовать и высокой точности подготовки свариваемых поверхностей. При больших размерах свариваемых элементов, например, прессованных и тонких металлических листов, трудно ожидать высокой точности подготовки кромок. Например, при лазерной сварке подготовка свариваемых поверхнос-

Рис. 6. Макроструктура стыкового сварного соединения стали 17246 (t=5 мм), выполненного гибридной сваркой с зазором 0,8 мм (а) и 1,2 мм (б)



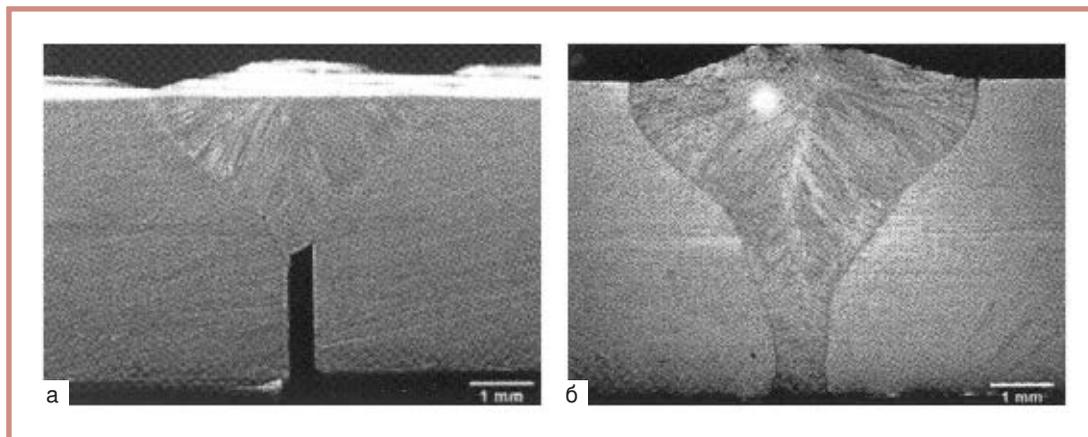


Рис. 7. Макроструктура стыкового сварного соединения стали 172246 ($t=5$ мм, Y-образная разделка кромок), выполненного гибридной сваркой лазер+MAG (а) и MAG сваркой (б) с величиной зазора 0,5 мм

тей, например с зазором более 0,2–0,3 мм, казалось бы, качественная, но лазерный луч как будто «пролетает» через такой зазор и не образует приемлемого сварного соединения. В таком случае применение гибридной сварки благодаря эффекту дуговой сварки, которая создает перекрытие гребешков неровностей свариваемых кромок и зазоров различной ширины, технически и экономически выгодно. Понятно, что существуют ограничения, обусловленные, как правило, тем, что в случае слишком большого зазора при этом процессе невозможно обеспечить, чтобы лазерный луч хотя бы «с помощью» электрической дуги достаточно расплавил свариваемые поверхности и сформировал целостный сварной шов.

4. Сложность процесса усугубляется тем, что защитный газ, используемый для дуговой сварки, например CO_2 , нежелателен с точки зрения создания плазмы, индуцированной лазером, которая поглощает лазерное излучение, необходимое для со-

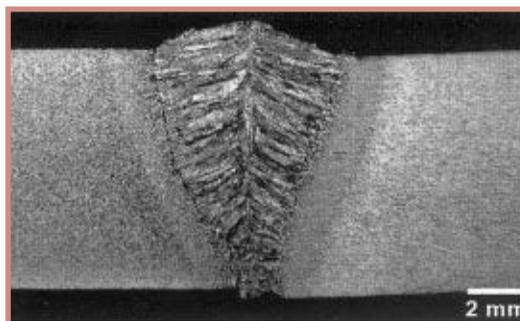


Рис. 8. Макроструктура стыкового сварного соединения стали 11373–16224 ($t=8$ мм, 1/2 Y-образная разделка кромок), выполненного гибридной сваркой с величиной зазора 0,5 мм

здания достаточной толщины шва. С другой стороны, газ, необходимый для лазерной сварки (Ar, He), отрицательно влияет на электрическую дугу. В отношении таких факторов нужно искать компромисс с целью создания удовлетворительного формирования шва в целом и достижения высокой прочности соединения.

● #1257

Перевод Е. К. Доброхотовой

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ



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

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

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

Эффективные и экономичные сварочные системы Fronius для энергетического машиностроения

Компания Fronius, признанный лидер в области технологий, разрабатывает инновационные комплексные решения для дуговой и контактной точечной сварки. Более чем за 60 лет плодотворной работы в энергосекторе компания досконально изучила требования, которые предъявляются к сварочному оборудованию при осуществлении проектов различной степени сложности. Индивидуальный подход и согласованная программа обслуживания и технической поддержки дает возможность создавать сварочное оборудование для ручного, механизированного и автоматизированного применения. Идеально сочетающиеся и дополняющие друг друга системные компоненты гарантируют высшее качество соединений. Компания Fronius предоставляет новаторские сварочные системы, являющиеся лучшим решением для типовых и специальных задач в области электроэнергетики.

Независимо от того, где и при каких условиях выполняются сварочные работы, цифровое управление оборудованием Fronius обеспечивает высокую стабильность процесса и 100% воспроизводимость результатов.

Один из отличительных признаков сварочных систем Fronius — высококачественные, устойчивые к образованию трещин и коррозии швы, которые гарантировано выдерживают интенсивные динамические нагрузки. Необходимость проведения затратной дополнительной обработки сводится к минимуму.

Модульный принцип построения и небольшая масса сварочных систем упрощают процесс транспортировки и обеспечивают их применение даже в самых труднодоступных местах. Продуманная комбинация специальной конструкции и использование только высококачественных материалов означают надежную защиту от повреждений и делают возможной корректную

работу оборудования в экстремальных условиях.

Ориентируясь на требования рынка и актуальные запросы клиентов, компания Fronius предлагает высокотехнологичные решения для удовлетворения особых потребностей. Цифровые сварочные системы TransPuls Synergic многофункциональны и обеспечивают гибкость при использовании для сварки MIG/MAG широкого диапазона материалов. Режим импульсной сварки, функции оптимизированного поджига и заварки кратера обеспечивают производительный и экономичный процесс. Среди задач, выполняемых с помощью оборудования серии TPS в области строительства и обслуживания электростанций, можно отметить многопроходную сварку, а также сварку в условиях ограниченной доступности, роторов турбин, проведение работ по изготовлению напорного трубопровода и трубопровода свежего пара, сварку корпусов газовых турбин и т.д.

Cold Metal Transfer (CMT) — это уникальный сварочный процесс от Fronius, который гарантирует лучшие результаты при работе с широким спектром материалов и в различных сферах применения,

как например, в случае восстановительной наплавки труб с незначительным перемещиванием основного металла. Отличительной особенностью метода «холодного» переноса металла является средняя температура процесса, которая значительно ниже, чем при обычной MIG/MAG сварке и наплавке. Революционная технология принудительного капельного переноса CMT позволяет исключить разбрызгивание металла, добиться высокой стабильности процесса, максимально снизить деформации, возникающие в результате сварки и наплавки.

В области автоматизированной сварки компания Fronius также предлагает инновации, которые выводят сварочные операции на



Применение оборудования TransPuls Synergic на заводе австрийской компании Andritz Hydro



Производство корпусов газовых турбин на предприятии Siemens

качественно новый уровень, делают их более эффективными и экономичными.

Автоматизированные и роботизированные решения на базе цифровых источников питания и в сочетании с процессом СМТ используют при изготовлении подшипников большого диаметра, для сварки центральных опор ветрогенераторов и ремонтной сварки роторов турбин, наплавки труб пароперегревателей и плавниковых труб мембранных панелей и многое другое.

Орбитальные системы позволяют получать воспроизводимые сварные швы неизменно высокого качества, их применяют при сварке неповоротных стыков труб и при выполнении соединений типа труба — трубная доска.

Доказательством практической целесообразности использования сварочных систем Fronius является множество успешно реализованных проектов во всем мире. Рассмотрим некоторые показательные примеры технологических ноу-хау на предприятиях электроэнергетики.

Австрийская компания Andritz Hydro известна как производитель турбин, больших роторов турбин (200 т), гребных винтов и т.д. Внедрение оборудования Fronius оправдало самые смелые ожидания технических специалистов предприятия. Благодаря технологии СМТ удалось снизить уровень теплового воздействия и, как следствие, максимально уменьшить сварочные деформации. Процесс PCS, доступный в аппаратах TransPuls Synergic 5000, позволил обеспечить высокую стабильность процесса и гарантированное проплавление, что особенно важно при сварке изделий, подверженных высоким динамическим нагрузкам.

Крупнейшее многопрофильное предприятие Siemens (Германия) использует цифровые системы Fronius при производстве корпусов газовых турбин. Такой выбор продиктован необходимостью применения специальных, сложно обрабатываемых материалов, а также требованиями относительно высо-



Эксплуатация автоматизированной системы тандем-сварки TimeTwin на производственных мощностях компании Uhlig Rohrbogen



Индийское предприятие L&T-MHI Boilers PVT.LTD обеспечивает наивысшее качество соединений благодаря аппаратам TransPuls Synergic 4000 и TransTig 3000

кой производительности наплавки и экономичности процесса.

Автоматизированные системы тандем-сварки TimeTwin успешно эксплуатируют в компании Uhlig Rohrbogen (Германия). Данный высокопроизводительный процесс обеспечивает высокое качество соединений и максимальную гибкость управления при сварке коленчатых труб и фитингов с продольными швами, а также деталей, работающих в экстремальных условиях.

Индийское предприятие L&T-MHI Boilers PVT.LTD, которое изготавливает сверхкритические бойлеры (до 1000 МВт), несмотря на тяжелые условия эксплуатации и труднодоступность швов, смогло существенно уменьшить разбрызгивание, исключить необходимость последующей обработки и

обеспечить высшее качество соединений благодаря цифровым системам TransPuls Synergic 4000 для сварки MIG и аппаратам TransTig 3000 для сварки TIG и MMA.

Fronius предлагает эффективные и экономичные сварочные системы для применения в энергосекторе. У Вас есть особые требования к сварочным процессам? Вместе с Fronius Вы, безусловно, сможете найти верное решение.

Fronius International — австрийское предприятие с головным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме и Заттледте. Предприятие специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Штат компании насчитывает 3257 сотрудников. Доля экспорта составляет 94%, и ее обеспечивают 19 дочерних компаний, а также международные партнеры по сбыту и представители Fronius более чем в 60 странах. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 878 действующим патентам Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.



ООО «Фрониус Украина»

07455 Киевская обл., Броварской р-н,
с. Княжичи, ул. Славы, 24

РАСШИРЯ ГРАНИЦЫ

тел. +38 0 44 277 21 41
факс +38 0 44 277 21 44

sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua

● #1258

Публикуется
на правах
рекламы.

Наплавка валков центрифуг линий производства минерального утеплителя

Л.Н. Орлов, канд. техн. наук, А.А. Голякевич, А.В. Хилько, ООО «ТМ.Велтек» (Киев), А.А. Кузубов, ЗАО «Извол», А.А. Кузубов, ООО «ТехноИнком» (Белгород)

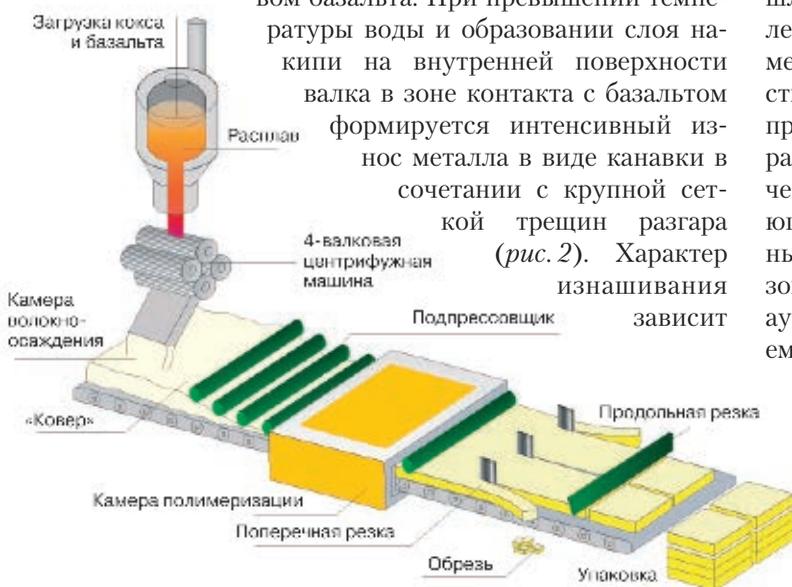
Изделия из минеральной ваты предназначены для тепловой и звуковой изоляции, без которых невозможно гражданское и промышленное строительство любого объекта. Основным сырьем являются горные породы — базальт, диабаз, доломит, известняк и в случае необходимости доменный шлак, который используется в качестве примеси. Минеральная вата производится путем вытяжки тонких волокон из расплава смеси горных пород.

Оборудование для производства минеральной ваты и базальтового утеплителя включает стандартный набор, в состав которого входит центрифуга (рис. 1). В массивной конструкции центрифуги установлены высокооборотные шпиндельные головки с валками, охлаждаемыми водой. В зависимости от производительности линии валки вращаются со скоростью 6000 или 9000 об/мин. Расплавленный базальт с температурой 1450–1500°C подается из печи на валки центрифуги, и под воздействием центробежных сил образуются тонкие волокна минерального утеплителя. В процессе работы наиболее интенсивно изнашивается третий валок. При оптимальной температуре и очистке воды охлаждения валка его поверхность подвергается равномерному изнашиванию с формированием грибообразного подъема металла в зоне контакта с расплавленным базальтом. При превышении температуры воды и образовании слоя накипи на внутренней поверхности валка в зоне контакта с базальтом формируется интенсивный износ металла в виде канавки в сочетании с крупной сеткой трещин разгара (рис. 2). Характер изнашивания зависит

от режима охлаждения валка, химического состава минерального расплава, химического состава охлаждающей воды и химического состава упрочняющего слоя, наплавленного на рабочую поверхность валка. Ресурс работы валков на различных предприятиях находится в пределах 40–100 ч. Для упрочнения валков при последующем ремонте в мировой практике рекомендуют применять аустенитный наплавочный материал с системой легирования типа Нп-06Х20Н10Г7. В Украине и России применяют преимущественно дорогостоящие импортные сплошные проволоки различных производителей.

В 2007 г. ООО «ТМ. Велтек» и ЗАО «Извол» (Белгород) провели комплекс совместных работ по разработке порошковой проволоки и технологии наплавки под флюсом АН26 взамен процесса наплавки импортной сплошной проволокой. В наплавленном металле не допускается присутствие дефектов в виде зашлаковок, пор и трещин. Кроме этого, наплавленный слой металла должен обладать высокой теплоустойчивостью, окислительной стойкостью, механической прочностью при повышенных температурах. В процессе применения сплошной проволоки Нп-06Х20Н10Г7 в сочетании с флюсом АН26 ухудшается отделимость шлаковой корки, на поверхности наплавленного металла образуются шпинели и по мере увеличения температуры валка вследствие автоподогрева интенсивность этих процессов растет. Шпинели приводят к образованию межвалковых шлаковых включений, и возникает необходимость последующего ремонта дефектных мест, выявленных после механической обработки. Образование шпинелей при сварке и наплавке аустенитных материалов связано с развитием обменных реакций между минеральным расплавом и металлом валка. Высокое содержание SiO_2 в составе флюса АН26 приводит к развитию обменных реакций, т. е. окислению хрома и марганца и последующему образованию хроммарганцовистых шпинелей на поверхности наплавленного металла, а

Рис. 1. Линия производства минеральной ваты



также к восстановлению кремния. Содержание кремния в наплавленном металле находится в пределах 1,2–1,5%. Металлографическими исследованиями установлено присутствие в аустенитной структуре металла по границам зерен прослоек SiO₂, что становится причиной образования и развития горячих трещин в процессе работы вала. Все эти негативные проявления присутствовали при использовании импортных наплавочных материалов различных производителей.

Разработана порошковая проволока ППС-ТМВ11С и достигнуто существенное снижение окисления хрома и марганца, а также снижение восстановления кремния, содержание которого в наплавленном металле составило 0,6–0,8%. Типичный химический состав наплавленного металла: 0,07%С, 0,7%Si, 6,8%Mn, 19,0%Cr, 9,5%Ni, S ≤ 0,012%, P ≤ 0,003%.

Автоматическая наплавка выполняется по винтовой линии с 50% перекрытием проволокой ППС-ТМВ11С диаметром 3,0 мм на режиме: $I=280...300$ А, $U=30$ В, $V_n=24$ м/ч (рис. 3).

При изготовлении новых валков трубная заготовка протачивается на заданный размер под последующую наплавку 2–3 слоев. В дальнейшем валок ремонтируют до 10 раз для центрифуг (6000 об/мин) с предварительной механической обработкой под наплавку. Для центрифуг, вращающихся со скоростью 9000 об/мин, валки используют один раз. Межремонтный цикл валков на центрифугах, вращающихся со скоростью 6000 об/мин, составляет 200–240 ч, а на центрифугах, вращающихся со скоростью 9000 об/мин, ограничен 100 ч в связи с существенным изменением структуры металла тела вала в зоне контакта с расплавом базальта. В целом ограничение ресурса работы валков центрифуги связано с образованием грибообразного вздутия металла в месте контакта вала с расплавом, приводящим к ухудшению волокообразования заданного диаметра и длины, увеличению процентной доли «королька» в конечной продукции, а также с изменениям структуры в пограничном слое основного и наплавленного металла.

При этом следует особо отметить тот факт, что рабочий ресурс фактически может быть доведен до 200–220 ч на первом и втором валках и 96–110 ч – на третьем и четвертом валках центрифуги.

Применение порошковой проволоки ППС-ТМВ11С диаметром 3,0 мм на центрифуге со скоростью вращения 6000 об/мин позволило перерабатывать расплав с температурой 1450–1500°С: первый-второй валок – 910 т; третий-четвертый валок – 480 т. На центрифуге со скоростью вращения 9000 об/мин: первый-второй валок – 1344 т; третий-четвертый валок – 672 т.

В процессе наплавки наблюдается самопроизвольное отделение шлаковой корки, малая волнистость гладкой поверхности наплавленного металла, отсутствие дефектов в виде пор, зашлаковок и трещин (рис. 4). Начиная с 2007 г., после завершения отработки проволоки и по настоящее время со стороны потребителей претензий к качеству проволоки и наплавленных валков не было.

Разработанная порошковая проволока марки ППС-ТМВ11С по своим характеристикам превосходит зарубежные аналоги. Ее стоимость в 2,0–2,2 раза ниже зарубежных



Рис. 2. Характерный износ поверхности третьего вала



Рис. 3. Установка наплавки валков центрифуг



Рис. 4. Рабочий момент наплавки вала

аналогов. Применение проволоки этой марки обеспечивает гарантированное бездефектное качество наплавленного металла. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к разгару, жаростойкостью и окислительной стойкостью, что позволило увеличить рабочий ресурс работы центрифуги на 10–20% по сравнению с зарубежными аналогами. Сварочная проволока ППС-ТМВ11С внедрена и успешно применяется уже более 6 лет на ЗАО «ЗНОиМ» (Белгород). ● #1259

Принцип работы и особенности конструкции фильтров автоматического затемнения компании 3M Speedglas

Р. Картавых, ООО «3М Украина» (Киев)

Мы с вами живем в индустриальном мире, когда важнейшим критерием уровня развития любой страны является объем промышленного производства. А положение дел в такой области, как сварочное производство и сварочные технологии, напрямую влияет на объемы промышленного производства.

Развитие методов сварки, прогресс в области неразрушающего контроля сварных соединений значительно повысили требования к качеству и производительности сварочных работ. Этот показатель, в свою очередь, зависит от следующих составляющих:

- уровня квалификации специалистов;
- применяемых методов сварки;
- правильного выбора сварочного оборудования и расходных материалов, средств индивидуальной защиты сварщика;
- сложности выполняемых работ.

В рамках данной статьи не представляется возможным провести глубокий сравнительный анализ всех этих факторов, поэтому остановимся на одном из них — средствах защиты, а именно, сварочных масках Speedglas™ с фильтрами автоматического затемнения (ФАЗ) производства компании 3М.

В начале 1970-х годов молодой шведский ученый Аке Хорнелл развил тему своей диссертации, посвященной оптическим свойствам жидких кристаллов. Результатом этой работы было основание фирмы Hornell и выведение на рынок в 1975 г. первого в мире прототипа фильтра автоматического затемнения. А к 1981 г. фирма Hornell презентовала сварочные маски с ФАЗ под торговой маркой Speedglas™. Техническая политика Hornell была направлена на непрерывное улучшение оптических свойств, скорости срабатывания и надежности фильтров автоматического затемнения, по-

этому продукция марки Speedglas™ заслуженно пользуется репутацией самой новаторской в мире сварочных технологий.

В 2000 г. компания внедряет сварочный турбоблок подачи воздуха Adflo в комбинации со сварочной маской Speedglas™ 9000, оснащенной ФАЗ. Внедрение этого решения позволило выполнять сложные виды сварочных работ с беспрецедентным качеством сварочного шва и высокой производительностью. В 2004 г. шведская фирма Hornell AB и их торговая марка Speedglas™ стали составной частью американской многопрофильной корпорации 3М, которая является одним из мировых лидеров по разработке и производству средств индивидуальной защиты. От этого слияния выиграли обе компании, и на данный момент сварочные маски с фильтрами автоматического затемнения торговой марки Speedglas™ компании 3М известны сварщикам всего мира.

Все фильтры автоматического затемнения 3M Speedglas™ производятся на собственном заводе в городе Гagneф, Швеция. Светофильтры изготавливаются в условиях так называемых «чистых помещений», про-

изводство отличается технологичностью и, помимо серьезных финансовых затрат и инвести-

ций в научные разработки, требует от персонала высокой квалификации, определенного инженерного потенциала, а также поддержания высокого уровня культуры производства. Без соблюдения всех перечисленных условий невозможно изготовить качественный фильтр автоматического затемнения.

Светофильтр 3M Speedglas™ представляет собой многослойную структуру, защищенную покровными



линзами с внешней и внутренней стороны. После внешней покровной линзы установлен оптический светофильтр, который отсекает из спектра сварочной дуги агрессивные инфракрасные и ультрафиолетовые волны. Следующий слой — поляризационный фильтр, при прохождении через который яркий свет от сварочной дуги приобретает четкую и фиксированную длину волны. Далее установлены два слоя оптически активных жидких кристаллов, чередующихся с поляризационными фильтрами. Жидкие кристаллы, которые применяются в светофильтрах 3M Speedglas, обладают анизотропными свойствами, в частности, при прохождении луча поляризованного света через оптическую ось кристалла часть светового потока отсекается, и интенсивность света падает. Под воздействием внешнего электрического поля от элементов питания или от солнечной батареи жидкие кристаллы выстраиваются в определенном порядке. Соответственно меняется угол между оптической осью кристалла и потоком поляризованного света. Таким образом, регулируя силу тока от элементов питания, можно предельно точно регулировать степень поглощения интенсивности поляризованного света. Другими словами, можно регулировать степень затемнения светофильтра. Такая конструкция является особенностью фильтров автоматического затемнения 3M Speedglas™ и защищена патентом.

Световой поток от сварочной дуги по своим спектральным характеристикам существенно отличается от спектра солнечного света или лампы накаливания. Интенсивность светового потока, длина и частота световых волн зависят от метода сварки, силы тока, если используются дуговые методы сварки, а также от расстояния до объекта сварки. В сварочных масках 3M Speedglas™ серии 9100 установлены три светочувствительных фотоэлемента либо два фотоэлемента и солнечная батарея. Благодаря такому решению гарантируется надежность срабатывания светофильтра, независимо от положения лица сварщика относительно дуги, что значительно облегчает позиционную сварку. Эти и другие иннова-



ции позволяют достичь уникальных характеристик светофильтра при сохранении надежности и простоты в эксплуатации. Фильтры автоматического затемнения 3M Speedglas™ универсальны, обладают широкой гибкостью настроек по степени затемнения, чувствительности и скорости перехода из затемненного состояния в светлое. Скорость срабатывания светофильтра остается стабильно высокой — 0,1 миллисекунды. При производстве ФАЗ 3M Speedglas™ есть техническая возможность сделать скорость срабатывания и более высокой, но в этом нет физической необходимости, так как этот показатель значительно превышает верхний предел скорости срабатывания зрачка человека.

Фильтр автоматического затемнения — это главная составляющая часть сварочной маски, но этим инновации 3M Speedglas™ не ограничиваются. Внимание к деталям, продуманность до мельчайших нюансов, универсальность и комфорт в эксплуатации — вот основные отличительные черты сварочных масок 3M Speedglas™.

Более подробную информацию о средствах индивидуальной защиты сварщиков производства компании 3M можно получить в офисе компании либо у торговых представителей.

3M

3M Україна

Бізнес-центр «Горизонт Парк»

вул. Амосова 12, 7-й поверх, Київ, 03680, Україна

Телефон: + 38 044 490 57 77

Факс: + 38 044 490 57 75

www.3m.com

● #1260

Публикується
на правах
реклами.

Технологические форматы систем роботизированной дуговой сварки

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

Повышение конкурентоспособности продукции и техническое развитие сварочного производства отечественных машиностроительных предприятий сегодня невозможны без применения роботизированной дуговой сварки (RAW). Отсутствие региональных системных интеграторов зарубежных фирм и недостаточная осведомленность отечественных специалистов в этой области сварочных технологий препятствуют широкой роботизации. Представленная ниже информация может быть полезна как при определении общей стратегии развития сварочного производства предприятия, так и при разработке заказчиками технических заданий на проектирование конкретных систем RAW. Основными показателями технологических систем (TS) являются: производительность, качество и стоимость изготавливаемых изделий, эксплуатационная надежность, гибкость.

Наиболее ответственный момент при проектировании любой технологической системы, определяющий ее основные показатели, — выбор оптимального варианта организации технологического процесса в пространстве и во времени или ее технологического формата (табл. 1). Технологический формат характеризуется определенным пространственным расположением средств

технологического оснащения, исполнителей и изделий в системе, а также методом организации работы системы (табл. 2) и производительностью, или продуктивностью P . Под продуктивностью понимается реальное или условное время выпуска одного изделия в системе.

Для однопозиционных непоточных систем:

$$P = T = tw + ta,$$

где T — оперативное время изготовления изделия; tw — основное время (сварка); ta — вспомогательное время (сборка/съем).

При этом важной характеристикой изделия является коэффициент объема сварки:

$$Kw = tw/T.$$

Отсюда $tw = TKw$; $ta = T(1 - Kw)$.

Отличительной особенностью поточных форматов является трансфер (одновременная межпозиционная передача) компонентов TS . При этом:

$$P = t^*,$$

где t^* — такт выпуска системы.

Таблица 1. Технологические форматы TS сварки

Формат	Схема	Определение
Модуль М (MODUL)	[M]	TS с одной позицией сварки и трансфером приспособления (изделия)
Станция S (STATION)	[S]	TS с двумя позициями сварки и трансфером сварочного робота
Блок В (BLOCK)	[M][M] ... [M] [S][S] ... [S]	Группа одинаковых самостоятельно функционирующих модулей или станций
Участок S* (SECTION)		Группа самостоятельно функционирующих модулей или станций разных видов обработки
Линия L (LINE)	[M]→[M]→...→[M]	Группа модулей, связанных транспортными средствами и расположенных в последовательности изготовления изделия
Комплекс С (COMPLEX)	—	Совокупность отдельных линий, участков, блоков или любые сочетания различных форматов

Таблица 2. Методы организации работы TS

Метод	Обозначение	Способ изготовления изделия
Базовый	BM (BASIC METHOD)	В непоточном модуле одним или несколькими исполнителями
Параллельный	PM (PARALLELE METHOD)	Одновременно в нескольких самостоятельно функционирующих модулях или станциях
Последовательный	SM (SUCCESSIVE METHOD)	Последовательно в нескольких модулях с транспортированием и переустановкой изделия
Поточный	FM (FLOW METHOD)	Последовательно в нескольких модулях с трансфером компонентов системы

Таблица 3. Элементы технологических схем

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Изделие		Вращатель
	Приспособление, кондуктор, стенд		Манипулятор Перегрузчик
	Сварочный робот Робот-манипулятор		Траектория перемещения
	Сварочная установка		Замкнутый конвейер
	Сварщик Оператор		Шаговый конвейер
	Поворотный стол		Склиз, ролик, транспортер

Лимитирующая операция в поточных системах RAW – сварка, тогда

$$t^* = (tw/R') + tt + tp + tr + tf,$$

где R' – количество роботов на позиции.

Четыре последних слагаемых в предыдущей формуле являются дополнительными затратами времени, которые характеризуются коэффициентами потерь времени:

- на трансфер $e = tt/T$;
- на позиционирование $p = tp/T$;
- на переустановку $r = tr/T$;
- на фиксацию спутника на позиции $f = tf/T$.

Производительность формата зависит также от времени функционирования системы в течение смены

$$ts = Ts/k,$$

где Ts – общая продолжительность смены, мин; k – коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места и личное время.

Тогда производительность TS , шт./смену:

$$N = ts/P.$$

Графически вариант любого технологического формата можно представить в виде технологической схемы (табл. 3, 4).

Наиболее распространенные технологические схемы систем RAW для сварки машиностроительных конструкций и формулы для расчета их продуктивности представлены в табл. 4.

Расшифровка обозначений схем в табл. 4:

a – непоточные модули (слева направо): базовый; с переносом и позиционированием приспособления роботом; с последовательной сборкой узла «на весу» роботами, оснащенными сменными захватами; со

сваркой и позиционированием «на весу» прихваченного узла;

b – поточные модули на базе поворотного стола, вращателя и челночных систем;

c – станции с линейным, угловым и параллельным расположением позиций и трансфером робота вокруг оси S (время трансфера относится к затратам времени на позиционирование робота);

d – станции с трансфером робота: в напольном положении по треку, в потолочном положении с помощью портала или сварочной колонны и трека, портала и рельсовых путей;

e – блоки с угловым и параллельным расположением позиций и трансфером робота вокруг оси S ;

f – блок с непоточными модулями;

g – блок с поточными модулями на базе поворотных столов;

h – непоточная линия на базе непоточных модулей с транспортированием и переустановкой изделий;

i – то же на базе поточных модулей;

j – поточная линия на базе многопозиционного поворотного стола;

k – спутниковая поточная линия на базе горизонтально/вертикально замкнутого конвейера или системы ROBOCAR;

l – поточная линия с трансфером изделий с помощью напольного или подвесного шагового конвейера;

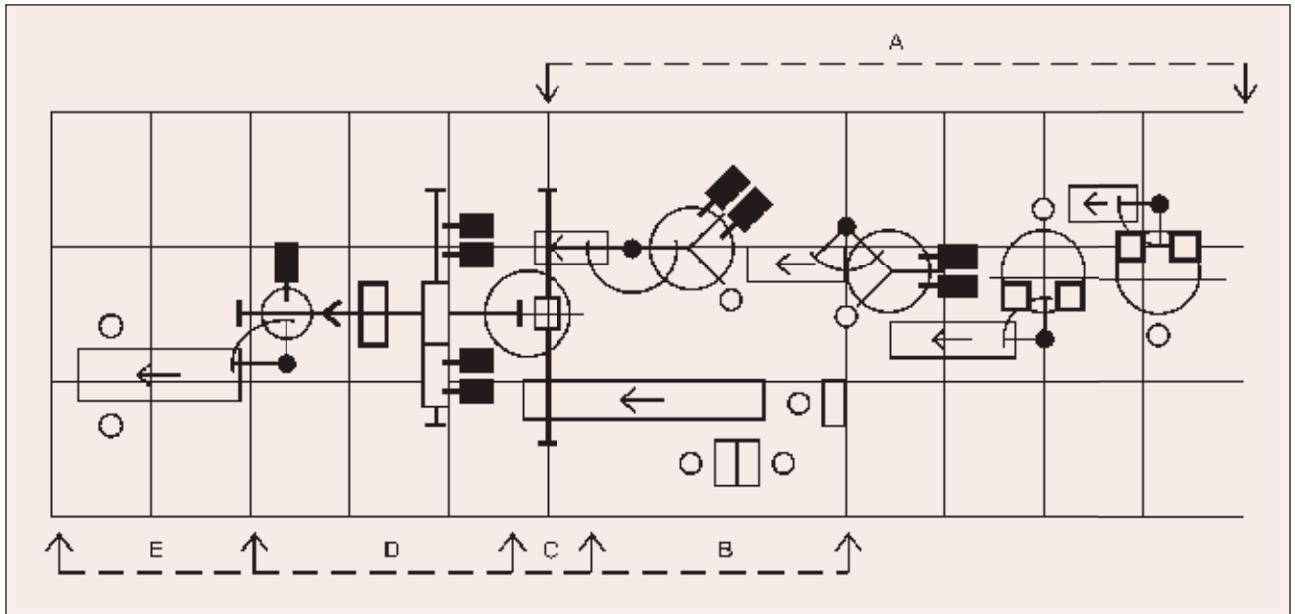
m – то же с позициями на базе поворотных столов и подвесным шаговым конвейером.

Станции с расширителями рабочей зоны робота (табл. 4, схема **d**) используют для сварки крупногабаритных и тяжелых конструкций в условиях единичного и мелкосерийного производства. Остальные системы применяют в серийном и массовом произ-

Таблица 4. Технологические форматы систем RAW

Метод организации работы	Технологический формат	Технологическая схема	Обозначение схем	Продуктивность P, мин (ρ=0)
BM	M		a	T/R'
			b	$T [(Kw/R') + e]$
FM	S		c	$T Kw/R'$
			d	$T [(Kw/R') + e]$
PM	B		e	$T Kw/R' Q$
			f	T/Q
			g	$(T/Q) [(Kw/R') + e]$
SM	L		h	$(T/R) [1 + r(R - 1)]$
			i	$T [(Kw/R) + e]$
FM	L		j	$T [(Kw/R) + e]$
			k	$T [(Kw/R) + e + f]$
			l	$T [(1/R + 1) + e + r]$
			m	$T [(Kw/R) + e']$

Примечание: Q — количество модулей или станций в системе; R — количество роботов в системе; e' — коэффициент потерь времени на трансфер поворотного стола



водстве для изготовления легких и средних узлов.

Примером применения отдельных форматов в реальном производстве может служить комплекс для сварки балки задней подвески переднеприводного автомобиля (рис. 1). Балка – симметричная П-образная сварная конструкция, состоящая из левого/правого рычагов и соединяющего их профиля.

Комплекс состоит из пяти рабочих зон:

- А – линия дуговой сварки в CO_2 рычагов, состоящая из четырех поточных модулей, связанных пластинчатыми конвейерами. Модули выполнены на базе поворотных столов (загрузка ручная, сварка автоматическими головками или роботами, выгрузка автоматическая манипуляторами);
- В – участок сварки профиля, включающий три модуля сварки MIG-MAG и пластинчатый конвейер;
- С – автоматический модуль для сборки рычагов с профилем, состоящий из двухпозиционного поворотного стола и подвесного челночного манипулятора;
- D – трехпозиционная поточная линия для сварки рычагов с профилем на базе подвесного шагового конвейера, оснащенного манипуляторами: поз. №1 – челночный автоматический модуль, включающий четыре сварочных робота для дуговой сварки в CO_2 ; поз. №2 – модуль для автоматической рельефной контактной сварки; поз. №3 – автоматический модуль дуговой сварки в CO_2 на базе двухпозиционного поворотного сто-

ла (сварку выполняет робот, выгрузку – автоматический манипулятор);

- Е – участок контроля и исправления дефектов.

Предварительный формат для сварки конкретного узла выбирают из соотношения оперативного времени изготовления узла и расчетного такта выпуска:

$$to^* = ts/No,$$

где No – программа выпуска узла, шт./смену.

При $to^* < T < 3to^*$ применяют модули и станции, при $T > 3to^*$ – многопозиционные системы (блоки и линии). Производительность системы может быть существенно увеличена за счет расположения (концентрации) на позициях сварки нескольких роботов.

Технологическую схему формата определяют исходя из особенностей технологии изготовления узла и требований конструкторской документации.

Важнейшим показателем современных систем сварки является их производительность. Сравнительную производительность модулей и станций (табл. 4, схемы a–d) можно оценить по коэффициенту производительности:

$$Kp = Po/P,$$

где Po – продуктивность базового непоточного модуля; P – продуктивность поточных модулей и станций.

Кривые функций $Kp = f(Kw)$ для модулей и станций представлены на рис. 2. Применение поточных модулей и станций целесообразно при $Kp > 1$.

Рис. 1. Комплекс для сварки балки задней подвески (фирма SOMAU, Италия)

Рис. 2. Графики функций $K_p = f(K_w)$ модулей и станций систем RAW (см. табл. 4) при $K_w = 0,5$; $e = 0,1$:
1 — технологическая схема а;
2 — схемы б, d;
3 — схема с

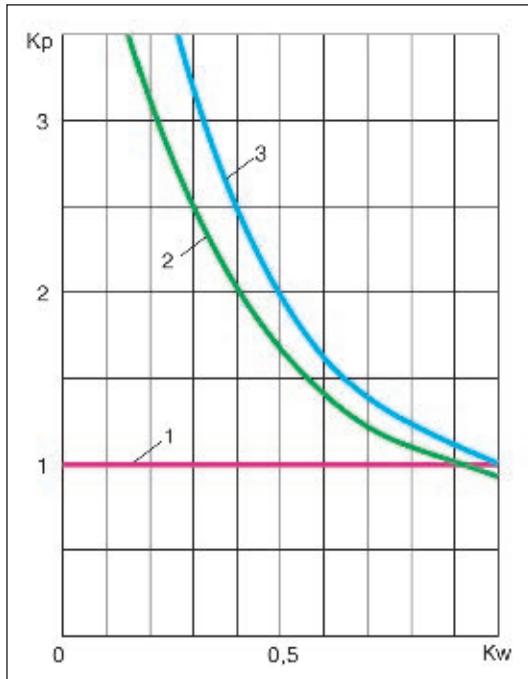
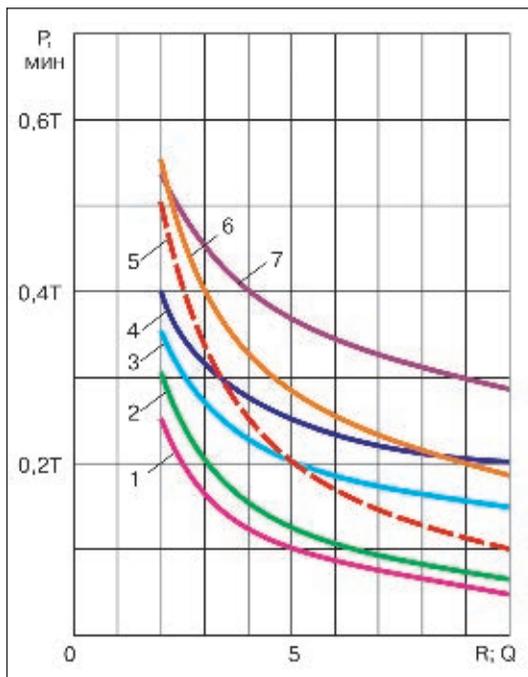


Рис. 3. Графики функций $P = f(R, Q)$ многопозиционных систем RAW (табл. 4) при $K_w=0,5$; $e = r = 0,1$; $f = 0,15$:
1 — технологическая схема е;
2 — схема г;
3 — схемы и, j, m;
4 — схема к;
5 — схема л;
6 — схема н;
7 — схема л



Анализируя производительность аналогичных (с одинаковым количеством исполнителей и их технологическим оснащением) блоков и линий (табл. 4, схемы е–м) по кривым их функций $P=f(R, Q)$, представленным на рис. 3, можно сделать следующие выводы:

- наиболее производительными многопозиционными системами RAW являются блоки на базе станций (схема е) и поточных модулей (схема г);
- параллельный метод организации работы (PM) более производительный, чем последовательный (SM);

- сравнительная производительность отдельных аналогичных систем изменяется с ростом числа исполнителей в системе (ростом программы выпуска изделия). Так, поточные линии (табл. 4, схемы j, k, m) более производительны, чем непоточные системы, при следующих условиях:

$$t^*(k) < t^*(f) \text{ при } R < (1 - Kw)/(e + f);$$

$$t^*(k) < t^*(h) \text{ при } R < (1 - Kw - r)/(e + f - r);$$

$$t^*(j, m) < t^*(f) \text{ при } R < (1 - Kw)/e.$$

Вышеприведенные формулы получены из условия равенства значений продуктивности упомянутых систем в точках пересечения кривых их функций $P=f(R, Q)$ на рис. 3.

Таким образом, производительность систем RAW зависит от следующих факторов:

- продолжительности функционирования системы в течение смены;
- количества исполнителей в системе;
- коэффициента объема сварки изделия K_w ;
- потерь времени на трансфер и другие вспомогательные действия на позиции сварки (коэффициенты e, p, r, f).

Стоимость изготовления изделия в различных технологических форматах определяют с помощью известного графоаналитического метода сравнения вариантов по технологической себестоимости. Окончательный выбор варианта технологического формата осуществляется по следующим показателям:

- производительность системы;
- стоимость изготовления изделия в системе;
- срок окупаемости инвестиций.

В завершение следует отметить, что все представленные в табл. 4 системы являются автоматизированными, функционирующими в соответствии с временным регламентом оператора. Ритмичность работы таких систем обеспечивается созданием буферных зон или заделов изделий. Наиболее продуктивны и ритмичны автоматические системы, способные длительное время работать без участия человека. Такие системы являются базовыми для создания гибких сварочных производств, внедрение которых сегодня на отечественных предприятиях позволило бы нивелировать отставание от технического уровня производства ведущих зарубежных фирм.

Установки складання таврових балок серії HZJ

1. Довжина конструкції 4000-15000 мм
2. Ширина лотка 200-1500 мм
3. Товщина стіни 8-30 мм
4. Ширина стіни 200-3000 мм
5. Товщина стіни 8-12 мм
6. Швидкість складання 0,5-0,5 м/хв



Установки для заварювання таврових балок



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

www.migateh.com.ua

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ

Производство, поставка, сервис

МАШИНЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ:

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



ЧАО «Спецсплав»

Украина, г. Днепропетровск, ул. Курсантская, 1д
тел.: (0562)-35-50-25, факс: (056)-374-19-12
e-mail: spetssplav@mail.ru, www.spetssplav.dp.ua

- Разработка, производство, внедрение сварочных и наплавочных материалов, а также технологий их применения:
 - флюсы для сварки и электрошлакового переплава;
 - проволоки порошковые для сварки, наплавки и металлизации;
 - ленты порошковые наплавочные;
 - сплавы, в том числе порошковые для наплавки, легирования, раскисления и модифицирования.
- Оказание услуг по выполнению наплавочных и других ремонтно-восстановительных работ деталей горно-металлургического, энергетического и машиностроительного оборудования.
- Наплавка специализированными материалами и механическая обработка прокатных валков и других тел вращения массой до 50 тонн.
- Разработка и изготовление специализированного оборудования для механизированной дуговой наплавки.

ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

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



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

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

www.selma.ua



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

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

С.П. Коржик (Донецк)

Продолжение.
Начало
в №3–2012.

Инерционная сварка трением — этот способ запатентован фирмой Caterpillar Tractor Co (США) в 1962 г. Принцип инерционной сварки основан на использовании энергии, накопленной вращающимся маховиком, которая в процессе сварки преобразуется в теплоту. Шпиндель с насаженным на него маховиком заданной массы (рис. 4) разгоняют, затем привод отключают, а заготовки сжимают с заданным усилием. Сварка заготовок завершается в момент остановки шпинделя. В японском варианте инерционной сварки трением маховик устанавливают на шпинделе с закрепленной в нем неподвижной заготовкой, а вторую заготовку закрепляют в оснащем приводе шпинделя и сообщают ей вращательное движение. При сжатии заготовок силы трения

разгоняют шпиндель с маховиком. Момент выравнивания угловых скоростей заготовок соответствует завершению процесса сварки. Преимуществом этого варианта является легкость удаления грат.

В качестве достоинств инерционной сварки трением следует отметить:

- сокращение времени нагрева в несколько раз по сравнению с временем нагрева при конвенциональной сварке трением;
 - строгое дозирование энергии, затрачиваемой на сварку;
 - расширение числа свариваемых сложных композиций материалов с резко отличающимися теплофизическими свойствами, а также улучшение свойств соединения при сварке сложных композиций материалов.
- К основным недостаткам инерционной сварки относятся:
- усложнение конструкции машин за счет использования дополнительных маховиков, вращающихся с большими скоростями;
 - применение дополнительной операции смены маховиков при перестройке режима сварки;
 - усложнение условий работы упорных подшипников машин.

Способ **комбинированной сварки трением** сочетает преимущества способов конвенциональной и инерционной сварки. Сначала сварку выполняют с постоянной угловой скоростью, а затем привод отключают. Отрицательное угловое ускорение при этом должно быть таким, как при инерционной сварке трением. Для этого снижают скорость вращения шпинделя. Перспективным считают способ «непрерывный привод — инерционная сварка трением — резкое торможение», при котором предварительный нагрев осуществляют с непрерывным трением, затем привод отключают и в дальнейшем процесс протекает так же, как и при

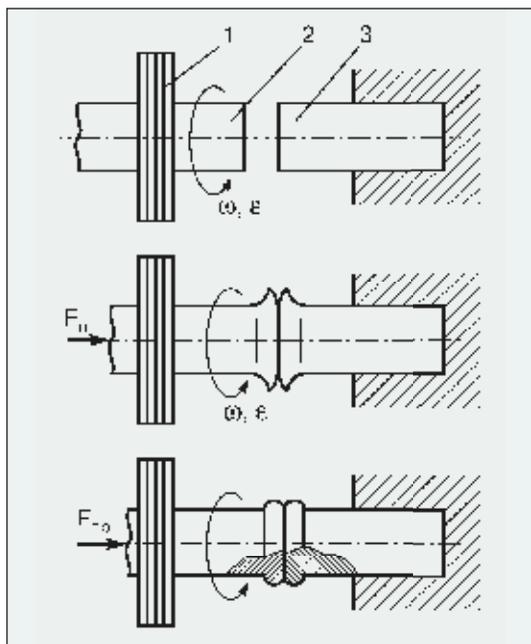


Рис. 4. Схема инерционной сварки трением: 1 — маховик; 2, 3 — свариваемые заготовки

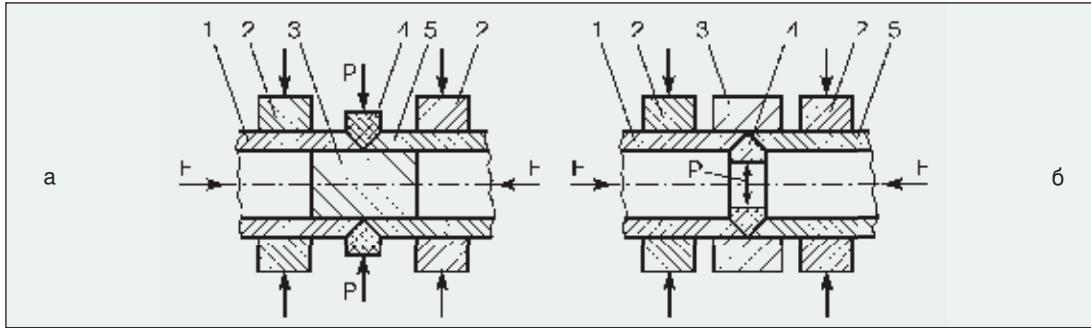


Рис. 5. Схема радиальной сварки трением: а — с наружным разжимным кольцом; б — с внутренним (1 — маховик; 2, 3 — свариваемые заготовки; 4 — зажимной элемент; 5 — оправка)

инерционной сварке трением. При достижении шпинделем частоты вращения $6-5 \text{ c}^{-1}$ его «мгновенно» останавливают.

В 1966 г. Британским институтом сварки был разработан способ радиальной сварки трением (рис. 5). Для выполнения радиальной сварки трением торцы труб со скошенными кромками прижимают друг к другу с определенным усилием, затем их нагревают с помощью внутреннего или наружного секционного разжимного кольца, вращающегося с заданной угловой скоростью. После торможения осуществляют проковку шва. Однако этот способ из-за сложности не нашел широкого промышленного применения.

Схема выполнения **вибрационной сварки трением** показана на рис. 6. Сварку выполняют при колебательных движениях в области трения одной из свариваемых деталей относительно другой с небольшой амплитудой и частотой порядка десятков герц (рис. 6, а). Этот способ применяют для сварки пластмасс. При варианте (рис. 6, б) выполняют сварку при возвратно-поступательном движении одной вращающейся заготовки.

Основным преимуществом способа вибрационной сварки трением является возможность соединения двух взаимно сориентированных деталей, деталей с произвольным профилем сечения, а также возможность одновременной сварки на одной машине нескольких пар однотипных деталей. Основные недостатки указанного способа — сложность выполнения, невозможность сварки тонкостенных деталей, значительный шум при работе машины.

В 1971 г. фирмой Friction Welding Co был разработан способ **орбитальной сварки трением** (рис. 7). Суть способа заключается в том, что подвижную деталь без вращения перемещают по круговой орбите относительно неподвижной детали. После нагрева поверхностных слоев эксцентриситет уменьшают до нулевого значения и выполняют проковку шва.

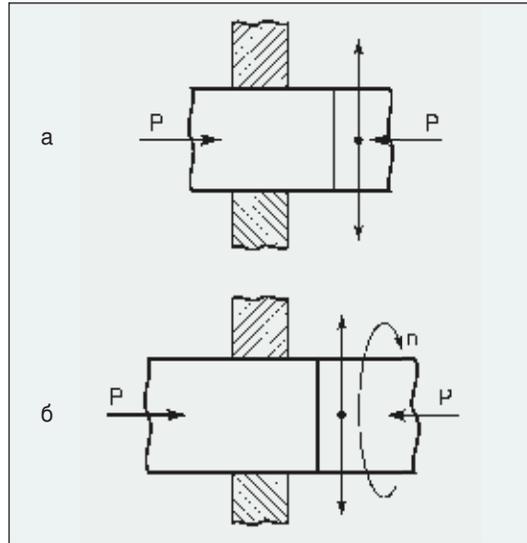


Рис. 6. Схема вибрационной СТ: а — колебательные движения одной свариваемой детали относительно другой; б — колебательные движения одной свариваемой детали с вращением

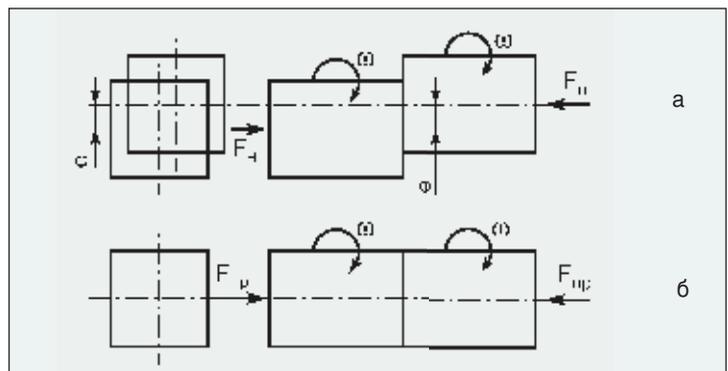


Рис. 7. Схема орбитальной СТ: а — стадия нагрева; б — стадия проковки

Орбитальная сварка трением позволяет сваривать заготовки, имеющие сечение произвольной формы, при одинаковом относительном перемещении всех точек контактных поверхностей, обеспечивая тем самым равномерный нагрев в зоне соединения. К недостаткам орбитальной сварки относят сложную конструкцию машин и ненадежность зажимных устройств вследствие действия на них значительных инерционных сил.

● #1262

Продолжение в следующих номерах журнала.

Качество реза при плазменно-дуговой резке

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

Качество реза, выполненного плазменно-дуговой резкой, характеризуется размерами образующегося грата, отклонениями перпендикулярности реза, шероховатостью, протяженностью зоны термического влияния и газонасыщенностью кромок.

При плазменной резке размеры грата, как правило, значительно меньше, чем при газокислородной резке сопоставимых толщин углеродистой стали. В то же время на размеры грата при плазменной резке оказывает влияние ряд технологических факторов: скорость резки, расход плазмообразующего газа, расстояние между плазмотроном и поверхностью разрезаемых листов и др.

Для заданной силы тока существует диапазон скоростей, при которых грат минимален. Схематически это показано на *рис. 1*. Грат образуется как при малых скоростях, так и на повышенных скоростях резки. На

рис. 1 заштрихована зона, в которой размеры грата минимальны. Грат, образующийся при пониженных скоростях резки, легко удаляется с кромок реза. Удаление грата, образующегося при повышенных скоростях, является более трудоемкой операцией. На практике сталкиваются с проблемой грата при работе на максимальных скоростях резки. На *рис. 2* показано влияние скорости воздушно-плазменной резки стали ВСтЗсп толщиной 6 и 10 мм на размеры грата (ширина a_1 и высота a_2). Эти данные подтверждают факт существенной зависимости размеров грата от скорости резки, причем с увеличением толщины металла скорость резки, при которой величина грата минимальна, уменьшается. Минимальный грат отмечается при расходе плазмообразующего воздуха 70–80 л/мин. С уменьшением расхода величина грата возрастает, что можно объяснить ослаблением механического воздействия плазменного потока на нижнюю кромку листа.

Повышенное граатообразование наблюдают и при увеличении расстояния от плазмотрона до поверхности листа, особенно когда процесс резки осуществляют на скоростях, близких к предельно допустимым. Это происходит при резке листов, не подвергнутых предварительной правке либо имеющих остаточные деформации, возникшие в процессе обработки. В таких случаях применение автоматических устройств, поддерживающих расстояние между плазмотроном и разрезаемым листом, является обязательным.

Использование в качестве плазмообразующего газа кислорода взамен воздуха способствует уменьшению размеров грата. Это подтверждают данные, приведенные в *табл. 1*.

Резка с водяной защитой отличается большей склонностью к образованию грата на кромках заготовок по сравнению с обычной воздушно-плазменной резкой. Для подавления процесса образования грата скорость резки при использовании водяной защиты снижается на 5–20%, а в отдельных случаях — до 40–50%.

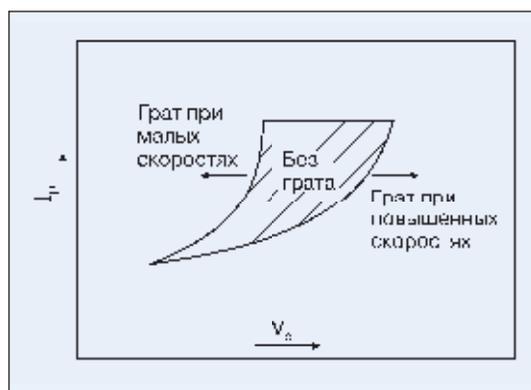


Рис. 1. Схема влияния скорости резки на образование грата

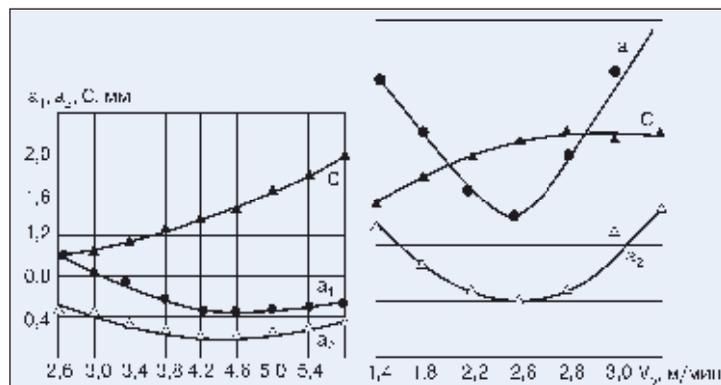


Рис. 2. Зависимость размеров грата a_1 , a_2 и неперпендикулярности поверхности реза C от скорости резки металла толщиной 6 и 10 мм

Таблица 1. Режимы чистовой резки и качество реза при воздушно-плазменной и кислородно-плазменной резке углеродистой стали

Способ резки	Толщина металла, мм	Режимы резки			Параметры реза												
		Сила тока резки, А	Напряжение дуги, В	Диаметр сопла, мм	Скорость резки, см/с	Ширина реза, мм		Неперпендикулярность, мм	Высота грата, мм								
						Верхняя кромка	Нижняя кромка										
Воздушно-плазменная	3	60–65	110–115	1,2	3,33	1,8	1,5	0,15	1,1								
					4,16	1,8	1,4	0,20	0,9								
					5,00	1,6	1,1	0,30	0,3								
					5,83	1,6	1,0	0,30	0,5								
Воздушно-плазменная с погружением листа в воду					3	60–65	110–115	1,2	3,33	1,7	1,4	0,15	1,6				
									4,16	1,7	1,4	0,15	0,8				
									5,00	1,5	1,2	0,15	0,5				
									5,83	1,3	1,0	0,15	0,9				
Кислородно-плазменная									3	60–65	110–115	1,2	3,33	2,0	1,8	0,10	0,6
													4,16	1,8	1,5	0,15	0,5
													5,00	1,7	1,4	0,15	0,2
													5,83	1,6	1,3	0,15	0,2
Кислородно-плазменная с погружением листа в воду	3	60–65	110–115	1,2									3,33	1,8	1,6	0,10	0,8
													4,16	1,4	1,2	0,10	0,5
													5,00	1,4	1,1	0,15	0,3
													5,83	1,3	1,0	0,15	0,6
Воздушно-плазменная					6	90–100	120–130	1,5					2,50	2,6	1,7	0,45	1,0
													3,33	2,5	1,5	0,50	0,2
													4,16	2,4	1,2	0,60	0,8
													2,50	2,2	1,5	0,35	0,3
Воздушно-плазменная с погружением листа в воду									6	90–100	120–130	1,5	3,33	2,1	1,3	0,40	0,5
													4,16	2,0	1,1	0,45	1,0
													2,50	2,8	2,5	0,15	0,6
													3,33	2,8	2,2	0,30	0,3
Кислородно-плазменная	6	90–100	120–130	1,5									4,16	2,6	1,6	0,50	0,2
													5,00	2,5	1,3	0,60	0,3
													2,50	2,3	2,0	0,15	0,4
													3,33	2,2	1,8	0,20	0,3
Кислородно-плазменная с погружением листа в воду					6	90–100	120–130	1,5					4,16	2,1	1,3	0,40	0,3
													2,50	5,2	2,2	1,5	1,0
													3,33	5,2	1,8	2,6	0,5
													4,16	5,1	1,1	2,0	0,4
Воздушно-плазменная									10	270–280	135–140	3,0	5,00	5,0	0,8	2,2	0,5
													5,83	4,9	0,7	2,1	1,2
													2,50	4,6	2,0	1,3	1,2
													3,33	4,5	1,7	1,4	0,6
Воздушно-плазменная с погружением листа в воду	10	270–280	135–140	3,0									4,16	4,5	1,1	1,7	0,5
													5,00	4,3	0,7	1,8	1,1
													5,83	4,3	0,7	1,8	1,2
													2,50	9,3	3,0	1,1	0,5
Кислородно-плазменная					10	270–280	135–140	3,0					3,33	9,2	2,6	1,3	0,4
													4,16	5,0	2,2	1,4	0,2
													5,00	5,0	1,8	1,6	0,2
													5,83	5,0	1,6	1,7	0,6
Кислородно-плазменная с погружением листа в воду									10	270–280	135–140	3,0	2,50	4,7	2,9	0,9	0,5
													3,33	4,6	2,8	0,9	0,4
													4,16	4,5	2,1	1,2	0,4
													5,00	4,5	2,1	1,2	0,5
	10	270–280	135–140	3,0									5,83	4,5	1,9	1,3	0,7

Таблица 2. Допускаемые отклонения, мм, перпендикулярности реза при машинной вырезке деталей по ГОСТ 14792–80

Класс	Способ резки	Толщина разрезаемого металла, мм			
		5–12	13–30	31–60	61–100
I	Кислородная	0,2	0,3	0,4	0,5
	Плазменно-дуговая	0,4	0,5	0,7	—
II	Кислородная	0,5	0,7	1,0	1,5
	Плазменно-дуговая	1,0	1,2	1,6	—
III	Кислородная	1,0	1,5	2,0	2,5
	Плазменно-дуговая	2,3	3,0	4,0	—

При плазменной резке ширина реза у верхних кромок больше, чем у нижних. С увеличением степени сжатия плазмы и уменьшением диаметра сопла плазмотрона уменьшается разница между шириной реза по толщине металла и перпендикулярностью кромок. Величина перпендикулярности кромок при плазменной резке представляет собой половину разницы ширины реза в верхней и нижней плоскостях разрезаемого листа. Наибольшее отклонение поверхности реза от перпендикулярности регламентировано ГОСТ 14792–80 в зависимости от толщины разрезаемого металла (табл. 2).

Скорость плазменной резки при прочих равных условиях оказывает существенное влияние на ширину реза и перпендикулярность кромок. На рис. 2 видно, что с увеличением скорости резки перпендикулярность возрастает.

При увеличении скорости резки до 9,6 см/с (толщина листа 6 мм) и 6,3 см/с (толщина листа 10 мм) величина перпендикулярности поверхности реза составляет соответственно 2 и 1,6 мм, что находится в пределах третьего класса (см. табл. 2). С

увеличением расстояния от среза сопла до плоскости листа перпендикулярность также возрастает. Перпендикулярность реза заметно ниже при кислородно-плазменной резке, в том числе с погружением листов в воду (см. табл. 1). Сравнение воздушно-плазменной резки листов толщиной 6–10 мм с кислородно-плазменной в варианте использования водяной защиты позволяет сделать вывод о том, что в последнем случае качество реза по параметру перпендикулярности соответствует первому и второму классам по ГОСТ 14792–80.

Положительное влияние на качество реза оказывают добавки воды в небольших количествах к плазмообразующему газу. При этом используют специальное сопло, внутренняя поверхность которого сопряжена с основным соплом (рис. 3).

Вода, поступающая внутрь канала сопла, частично испаряется, диссоциирует на водород и кислород, которые, смешиваясь с основным плазмообразующим газом, создают комбинированную высокоэффективную газовую среду. При этом проникающая способность дуги заметно увеличивается, а качество реза улучшается. Данные, приведенные в табл. 3, получены при резке углеродистой стали толщиной 7 мм.

На поверхности реза обычно образуются штрихи (бороздки), что является следствием непостоянства мгновенной скорости резки при средней определенной скорости резки.

При одной и той же амплитуде скорости и частоте глубина бороздок при плазменной резке значительно меньше, чем при кислородной.

Установлено, что при плазменной резке амплитуда скорости ниже 10 мм/с не оказывает заметного влияния на образование бороздок. При амплитуде скоростей, которые приблизительно на порядок выше указанной характеристики кислородной резки, при плазменной резке появляются бороздки. В отличие от глубины бороздок неровность (волнистость) поверхности при плазменной резке значительно больше, чем при кислородной. Шероховатость поверхности реза (высота неровностей) после машинной термической резки металла регламентирует ГОСТ 14792–80 (табл. 4).

Для кромок, подлежащих сварке и механической обработке, а также для поверхности фасок допускается шероховатость не ниже третьего класса. Для свободных кромок (не подлежащих сварке) деталей большинства металлоконструкций устанавливается

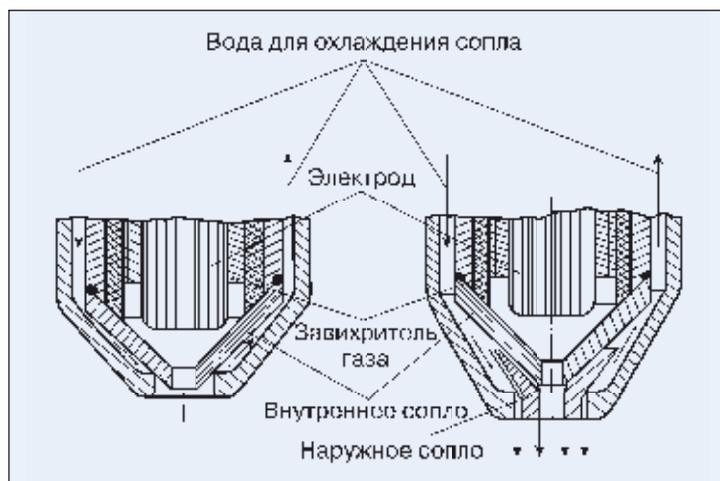


Рис. 3. Схема головки плазмотрона: а — для обычной плазменной резки; б — для плазменной резки с добавкой воды

Таблица 3. Зависимость ширины реза и скоса кромок при плазменной резке от скорости резки, расхода газа и воды

Вариант	Плазмообразующая среда	Расход газа, л/с	Расход воды, л/с	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость резки, мм/с	Ширина реза, мм		Средняя величина скоса, мм	Наличие грата	
							по верхней кромке	по нижней кромке			
I	Воздух + вода	1,3	0,005–0,0057	280	160	16,7	6,0	4,0	1,0	Легкий грат	
					155	33,0	5,2	2,6	1,3	Отдельные капли	
					150	50,0	5,0	2,0	1,5	Грат средней величины	
	Кислород + вода	1,50	0,003–0,0033	270	150	16,7	8,0	6,2	0,9	Следы грата	
					145	33,0	6,1	4,0	1,05		
					140	50,0	6,1	3,0	1,55		
II	Воздух + вода	0,83	0,005–0,0057	280	145	36,7	5,5	2,5	1,5	Легкий грат	
		1,33			150		5,3	2,5	1,4	Отдельные капли	
		2,0			155		5,0	2,6	1,2		
	Кислород + вода	0,92	0,003–0,0033	270	135	36,7	6,1	2,6	1,75	Следы грата	
		1,50			140		6,0	3,5	1,25		
		2,20			150		5,5	3,1	1,2		
	III	Воздух + вода	1,33	0,0017	280	36,7	150	5,2	2,5	1,35	Грат средней величины
				0,005			150	5,0	2,5	1,25	
				0,0083			155	5,0	2,5	1,25	
Кислород + вода		1,50	0,0017	270	36,7	145	6,1	3,1	1,5	Следы грата	
			0,0033			148	6,0	3,0	1,5		
			0,0047			150	6,0	3,2	1,4		

второй класс шероховатости. Измерения шероховатости поверхности реза Rz показали, что в диапазоне исследованных режимов и разрезаемых толщин (см. табл. 1) она изменяется незначительно и составляет 20–70 мкм, а для оптимальных режимов не выходит за пределы 50 мкм, что соответствует I классу (ГОСТ 14792–80). При кислородно-плазменной резке шероховатость ниже, чем при воздушно-плазменной.

Общим для плазменной резки в различных плазмообразующих средах является образование у кромки реза зоны термического влияния (ЗТВ) с участками оплавления и структурных изменений в твердом металле. Допускаемые значения протяженности зоны термического влияния для углеродистых сталей, отвечающие ГОСТ 14792–80, приведены в табл. 5.

В ЗТВ сталей с низким содержанием углерода изменения металла похожи на изменения, происходящие при кислородной резке с использованием горючих газов. Доля литого участка в низкоуглеродистых сталях составляет обычно 20–30% и более от общей протяженности ЗТВ. В углеродистых сталях следует участок крупного зерна, за-

Таблица 4. Допускаемые значения шероховатости поверхности реза, мм, по ГОСТ 14792–80

Класс	Способ резки	Толщина разрезаемого металла, мм			
		5–12	13–30	31–60	61–100
I	Кислородная	0,050	0,060	0,070	0,085
	Плазменно-дуговая	0,050	0,060	0,070	—
II	Кислородная	0,080	0,160	0,250	0,500
	Плазменно-дуговая	0,100	0,200	0,320	—
III	Кислородная	1,160	0,250	0,500	1,00
	Плазменно-дуговая	0,200	0,320	0,630	—

Таблица 5. Допускаемые значения протяженности зоны термического влияния, мм, для углеродистых сталей по ГОСТ 14792–80

Класс	Толщина разрезаемой углеродистой стали, мм		
	5–12	13–30	31–60
I	0,2	0,4	0,8
II	0,8	1,6	3,2
III	1,6	3,2	6,4

тем участки полной и неполной перекристаллизации и исходная структура металла.

Глубина ЗТВ и соответственно отдельных ее участков при резке стали выбранной марки и толщины изменяется в зависимости от условий резки. С увеличением расхода газа, а также с уменьшением силы тока зона уменьшается. Большую роль играет состав рабочей среды, стабилизирующей режущую дугу. При резке сталей воздушно- и кислородно-плазменной дугой ЗТВ обычно меньше, чем при резке неактивными газами. В *табл. 6* приведены данные о величине литой зоны и общей ЗТВ в зависимости от режимов резки стали марки ВСтЗсп толщиной 9 мм и состава плазмообразующей среды (диаметр сопла 3 мм).

Существенное влияние на размеры ЗТВ оказывает водяная защита. Ширина, тип структуры, а также твердость ЗТВ при плазменной резке зависят от скорости охлаждения. При резке листов, касающихся водной поверхности, а также погруженных в воду скорость охлаждения при прочих равных условиях заметно возрастает. При резке конструкционной углеродистой стали ВСтЗсп с погружением в воду ширина зоны термического влияния примерно в 2 раза, а в случае резки с касанием поверхности воды в 1,5 раза меньше, чем при резке на воздухе. Независимо от среды, в которой осуществляют резку металла толщиной 10–20 мм, происходит образование мартенситно-бейнитных структур твердостью 330–400 HV_{0,2}. Нижние значения относятся к резке на воздухе, а верхние — к резке с использованием водяной защиты.

Структуры ЗТВ при плазменной резке на воздухе и с водяной защитой стали ВСтЗсп и низколегированной стали 09Г2С

имеют незначительные отличия. При резке низколегированной стали повышенной прочности марки 18Г2А наблюдается значительное повышение твердости приповерхностных слоев до 850 HV_{0,2}. Ширина ЗТВ составляет 0,8 мм.

Ощутима разница и в структуре ЗТВ при резке среднеуглеродистой стали 45. При резке этой стали на воздухе ширина полосы высокоуглеродистого мартенсита равна 0,03–0,04 мм, выявлен также участок крупноигльчатого мартенсита и область шириной 0,22–0,24 мм мелкоигльчатого мартенсита. В случае резки с водяной защитой ширина полосы высокоуглеродистого мартенсита значительно меньше и составляет 0,006–0,01 мм, крупноигльчатый мартенсит отсутствует, а область мелкоигльчатого мартенсита равна 0,26–0,28 мм. Твердость при этом достигает 1000 HV_{0,2}, а наличие закалочных структур может привести к образованию холодных трещин.

При воздушно-плазменной резке низкоуглеродистых и низколегированных сталей в твердых нааотированных и науглероженных зонах могут также возникать мелкие микротрещины. Под воздействием плазменной дуги может происходить выгорание включений серы либо их подплавление, что является причиной образования трещин по границам зерен. В процессе дальнейшей сварки листов с мелкими горячими трещинами под воздействием термомеханического цикла возможно распространение трещин и образование ламинарных трещин.

Все эти обстоятельства должны быть учтены при разработке технологии резки конкретной марки стали.

Процессы плазменной резки, обусловленные выплавлением металла мощным

Таблица 6. Изменение ЗТВ в зависимости от состава плазмообразующей среды

№ образца	Плазмообразующий газ	Режим резки					Размер литой зоны, мм	Ширина ЗТВ, мм
		Защитный газ	Расход плазмообразующего газа, л/мин	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость резки, м/мин		
1	Воздух	—	80–90	300	130	2,5	0,030	0,54
2		Кислород					0,020	0,45
3	Воздух + вода	—			150		Нет светлой полосы	0,50
4	Кислород	—	80	300	130	1,5	0,014	0,75
5		—	80	300	130	2,5	0,018	0,70
6		—	150	300	140	2,7	Нет светлой полосы	0,3–0,45
7	Кислород + вода	—	75	200	150	2,2	0,014–0,018	0,45–0,50
8		—	80–90	290		2,5	Нет светлой полосы	0,40
9	Углерод	Углерод	80	290	120			0,60–0,90

электродуговым разрядом, вызывают насыщение кромок реза газами из атмосферы плазмы. При воздушно-плазменной резке насыщение кромок происходит в основном азотом и кислородом. Наибольшую опасность для сварных соединений, выполненных по кромкам плазменного реза, представляет азот. При плазменной резке в кромки детали азот может попадать из плазмообразующей среды (в случае применения азота, воздуха или газовых смесей, содержащих азот) либо из окружающей среды за счет инжекции в столб дуги атмосферного воздуха.

В зоне дугового разряда происходит диссоциация и ионизация азота. Атомарный азот в момент своего выделения может растворяться в жидком металле. Установлено, что введение кислорода или кислородосодержащих газов при постоянной концентрации азота в атмосфере дуги приводит к увеличению содержания азота в наплавленном металле. Экспериментально установлено, что максимальное содержание азота в кромке воздушно-плазменного реза в 50 раз больше, чем в исходном металле, и почти в 10 раз превышает растворимость азота в стали Ст3.

Максимально насыщается газами литой участок зоны термического влияния. Поэтому снижение азота в кромках воздушно-плазменного реза достигают при условии уменьшения глубины литого участка за счет снижения скорости резки, повышения напряжения на дуге, изменения направления резки и др.

Использование кислорода в качестве плазмообразующего газа позволяет уменьшить насыщение кромок азотом. Это происходит за счет уменьшения литого слоя на поверхности реза, образования шлаковой пленки на поверхности жидкого металла, которая уменьшает скорость поглощения азота.

Однако получить минимальное содержание азота (не превышающее предельной растворимости в сталях 09Г2 и ВСт3сп) при кислородно-плазменной резке удается только при условии использования дополнительной концентричной кислородной завесы для окружения дуги.

Применяя водяную защиту, можно также существенно ограничить насыщение кромок азотом. Автор выполнил плазменно-дуговую резку стали ВСт3сп толщиной 10 мм ($I_p=200$ А, $U_d=180$ В, $V_p=4$ см/с) по трем вариантам: обычная воздушно-плазменная, воздушно-плазменная и кислородно-плазменная с погружением листов в воду.

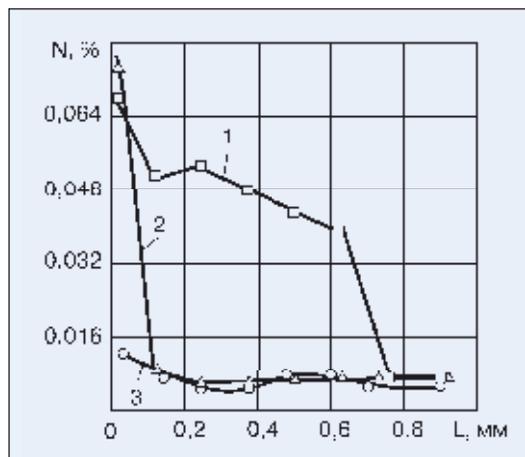


Рис. 4. Распределение азота в глубину L кромки от поверхности реза при различных способах плазменной резки

Содержание азота и распределение его по поверхности реза и в глубину металла от нее определяли методом локального масс-спектрального анализа. Результаты исследования распределения азота показаны на рис. 4. При различных способах воздушно-плазменной резки содержание азота на поверхности реза примерно одинаково. В то же время на расстоянии 0,1 мм от поверхности реза содержание азота при воздушно-плазменной резке с водяной защитой (кривая 2) снижается практически до уровня, имеющегося в основном металле (0,0064%). Аналогичное снижение содержания азота в случае обычной воздушно-плазменной резки (кривая 1) наблюдают только на расстоянии 0,8 мм. Такой характер распределения азота можно объяснить уменьшением литого участка и ограничением возможности диффузии азота в глубь металла. При этом водород, получаемый путем разложения воды в столбе дуги, положительно влияет на десорбцию азота. Можно предположить, что благодаря высокой подвижности и проникающей способности водорода в процессе воздействия на металл плазменной дуги дефектные участки металла (дислокации, микронеровности, трещины и др.) на поверхности реза заполняют атомы водорода, препятствуя проникновению менее подвижных атомов азота.

В процессе кислородно-плазменной резки с водяной защитой практически исключается всасывание окружающего воздуха в зону дуги, и поэтому содержание азота на поверхности реза близко к его содержанию в основном металле (кривая 3). Минимальное содержание кислорода на поверхности реза обеспечивается при использовании азота в качестве плазмообразующего газа, а максимальное — при использовании кислородной плазмы.

● #1263

Методы контроля качества сварных швов и соединений

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

Первичный контроль начинают с измерений линейных размеров сварного изделия, затем оценивают внешний вид швов и определяют соответствие их действительных размеров заданным. При необходимости качество сварных соединений определяют неразрушающими методами контроля. Для проведения такого контроля сварные швы должны быть доступны. Результаты контроля заносят в протокол и предъявляют при сдаче изделия. Для приемки сварной конструкции необходимо иметь все документы о проведении сварочных работ и последующего контроля. Принимаемые сварные швы должны быть открыты, а имеющиеся на них покрытия — прозрачны. Если в конструкции имеются сварные швы, которые закрывают при последующих операциях, то такая конструкция подлежит промежуточной приемке.

В настоящее время в условиях формирования международного и региональных рынков продукции и услуг необходимо ориентироваться на международную практику развитых стран и использовать стандарты ДСТУ ISO 3834–2001 (части 1, 2, 3, 4), обеспечивающие необходимый уровень качества сварных металлоконструкций. Наиболее полно новым требованиям отвечают ДСТУ ISO 5817 и EN 25817 «Соединения дуговой сваркой сталей. Руководство по определению уровней качества в зависимости от дефектов».

К **неразрушающим методам контроля** качества сварных соединений относятся: визуальный контроль и контроль на непроницаемость (керосином, сжатым воздухом, вакуумированием, масспектрическими течеискателями); магнитные и электромагнитные, люминесцентный и цветной, применяемые преимущественно для обнаружения дефектов, выходящих на поверхность; радиационные, ультразвуковые и магнитографические, применяемые для обнаружения скрытых, внутренних дефектов. Для обнаружения внутренних дефектов в промышленности наиболее широко применяют радиационные, ультразвуковые и магнитографические методы контроля.

Визуальный контроль. Первичный контроль осуществляется визуально в соответствии со стандартами ДСТУ ISO 17637 и EN 970. В стандартах приведены измери-

тельные инструменты и сварочные шаблоны, используемые в международной практике для обеспечения качества при сборке и оценке сварных соединений и конструкций.

Метод цветной дефектоскопии. Применяют «проникающие» вещества, окрашенные в красный цвет. Проявитель (контролирующее средство) белого цвета наносят напылением или кисточкой, окуная в краску.

Метод флуоресцентной капиллярной дефектоскопии. К проникающему средству добавляют флуоресцентные материалы, соответствующий проявитель, и в ультрафиолетовых лучах становится видна желто-зеленая или голубоватая люминесценция трещины.

Магнитно-порошковый контроль. Через намагниченное тело проходят магнитные силовые линии. Если магнитная проницаемость изменяется при наличии трещины, то в этом месте изменяется магнитное сопротивление и образуется магнитный поток рассеяния, который можно сделать видимым, например, с помощью взвеси металлических опилок в масле. Вместо металлической стружки в большинстве случаев применяют тонкий порошок Fe_3O_4 . Опилки или порошок, стремясь перекрыть трещину, образуют над ней бугорок. При наличии на поверхности окалина используют цветной или флуоресцирующий порошок, а осмотр дефекта проводят с помощью ртутной лампы в ультрафиолетовом свете.

На участках с дефектами, расположенных под поверхностью, напряженность магнитного поля быстро уменьшается. Поэтому этим методом можно обнаруживать только трещины, расположенные вблизи поверхности и выходящие на поверхность.

Радиационные методы контроля. Наиболее распространенные неразрушающие методы контроля — радиационные. В них для контроля используют преимущественно рентгеновские и гамма-лучи.

Существуют следующие методы регистрации дефектов: фотометод с прямой фиксацией дефектов на фотопленке; флуороско-

пический или рентгеновский метод обнаружения дефектов по свечению экрана непосредственно или при помощи электронно-оптического усилителя; ионизационный метод с фиксацией дефектов ионизационной камерой с различными счетчиками.

При любом из перечисленных методов пучок рентгеновских или гамма-лучей направляется на контролируемый сварной шов. Проходя сквозь него, лучи частично поглощаются и действуют на находящийся за швом индикатор-фотопленку, люминесцентный экран или ионизационный прибор. Дефекты шва вследствие их меньшей поглощающей способности пропускают больше лучей. Различную интенсивность лучей фиксирует соответствующий индикатор. На фотопленке и экране дефекты изображены в виде полос и пятен, что позволяет определять их характер (трещины, непровары, поры и шлаковые включения размером 1% толщины контролируемого шва и более).

Для выявления этих дефектов перспективным является рентгеноскопический метод контроля с использованием электронно-оптических преобразователей и монокристаллических экранов в сочетании с телевизионными системами, преобразующими рентгеновское изображение в видимое. Это изображение передается телевизионной системой для воспроизведения его на экране кинескопа.

В качестве индикатора рентгеновских или гамма-лучей можно применять электро-рентгенографическую (ксерографическую) пластину. Такой метод регистрации лучей получил название ксерографического (ГОСТ 7512–78). После экспонирования на пластине появляется скрытое изображение, для проявления которого поверхность пластины покрывают наэлектризованным порошком, затем при помощи бумаги получают отпечаток. Пластины могут быть использованы многократно. Преимущества ксерографического метода: дешевизна, высокие производительность и чувствительность.

При контроле стыковых соединений луч направляют перпендикулярно к шву. Для выявления возможных непроваров по скосам кромок луч необходимо направлять по скосам кромок. При контроле нахлесточных и тавровых соединений лучи направляют под углом 45° к плоскости листа или полки тавра, а также по скосам кромок.

Качество сварных соединений оценивают по рентгеновским и гамма-снимкам, которые не должны иметь царапин, пятен, от-

печатков пальцев и других дефектов. По всей длине снимка должно быть четкое изображение сварного шва, эталона — дефектометра и маркировочных знаков.

Величину и количество дефектов в швах, выявленных снимками, и степень их допустимости в данном сварном соединении устанавливают по техническим условиям и по стандарту ДСТУ 12517, который требует, чтобы до проведения радиографического контроля сварные соединения были проконтролированы визуально в соответствии со стандартом EN 970.

Ультразвуковая дефектоскопия. При ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) сварных соединений дефекты выявляют при помощи ультразвуковых волн (УЗВ). С частотой упругих колебаний материальной среды 16 кГц.

Для дефектоскопии сварных швов применяют поперечные (колебание среды происходит перпендикулярно к направлению распространения волны) и продольные (колебание частиц среды происходит вдоль направления распространения волны) ультразвуковые волны.

Ввод ультразвука перпендикулярно к поверхности изделия осуществляют прямыми (нормальными) и наклонными (призматическими) искателями. В любом искателе пьезопластина излучает продольную волну. Ультразвуковую дефектоскопию сварных соединений проводят преимущественно наклонными искателями, посылающими волну под углом к поверхности изделия. При определенных углах (30 , 40 и 50°) в контролируемой среде распространяются поперечные волны с углом преломления — углом наклона акустической оси искателя (40 , 51 , 62° для стали).

Для ввода ультразвука в металл пространство между излучающей плоскостью искателя и поверхностью металла заполняют контактирующей средой — минеральным маслом или водой (эмульсией). Введенные в изделие ультразвуковые колебания, встретившись с несплошностью (дефектом) или поверхностью раздела двух сред, отражаются от нее под углом, равным углу падения. Часть ультразвуковой энергии после отражения возвращается к искателю и фиксируется дефектоскопом.

Различают три основных метода ультразвуковой дефектоскопии: теневой, зеркально-теневой и эхо-метод. Для контроля сварных соединений наиболее широкое применение получил эхо-метод, при котором призна-

Таблица. Стандарты на испытания

Стандарт	Испытание стали
ГОСТ 1497–84	Растяжением стыковых швов, выполненных сваркой плавлением
ГОСТ 6996–66	
DIN 50120	Растяжением угловых сварных швов
DIN 50126	
ГОСТ 14019–80	Изгибом стыковых швов, выполненных сваркой плавлением
ГОСТ 6996–66	
DIN 50121	
ГОСТ 9454–78	Ударным изгибом надрезанных образцов стыковых швов, выполненных сваркой плавлением
ГОСТ 6996–66	
DIN 50121	

ком обнаружения дефекта является прием искателем эхо-импульса от самого дефекта.

Для выявления дефектов сварных швов используют ультразвуковые дефектоскопы ДУК–13ИМ и др. Индикация дефектов происходит по импульсам, возникающим на экране электронно-лучевой трубки, а также по появлению звука в телефонных наушниках. Чувствительность дефектоскопа регулируется в широких пределах и обеспечивает выявление дефектов в стали с эквивалентной площадью 2–3 мм² на глубине до 100 мм. Для определения координат дефектов, а также измерения толщины изделий в дефектоскопе имеется электронный глубиномер. Основные параметры контроля должны соответствовать требованиям ГОСТ 14782–86 и ДСТУ 4002–2000.

Магнитографический метод контроля. Метод основан на обнаружении магнитных полей рассеяния, возникающих в местах дефектов при намагничивании контролируемых изделий. Поля рассеяния фиксируются в виде магнитных отпечатков на эластичном магнитоносителе — магнитной ленте, плотно прижатой к поверхности шва. Записи с ленты считывают магнитографическим дефектоскопом.

Применяют двухслойные магнитные ленты типа МК–1 и МК–2, состоящие из целлюлозной или другой эластичной основы и магнитного слоя. Ленту магнитным слоем накладывают на контролируемый шов и плотно прижимают к нему резиновым поясом. Затем шов намагничивают и одновременно фиксируют поля рассеяния на магнитной ленте. Ленту снимают со шва, наматывают на кассету и передают на воспроизводящую аппаратуру.

Характер дефектов определяют по видеоиндикатору. Форма изображения на экране дефектоскопа соответствует форме дефекта,

а степень почернения — его глубине. Трещины характеризуются наличием извилистых темных линий с большой контрастностью, непровары — наличием прямых линий, шлаковые включения — темных пятен и т. д.

Магнитографический метод контроля можно применять для проверки сплошности стыковых швов, плоских изделий и труб различных диаметров, изготовленных из ферромагнитных материалов с толщиной стенки 1–16 мм.

Контролю подвергают швы с равномерным усилением и нормальной чешуйчатостью без видимых дефектов: трещин, наплывов, подрезов, пор, недопустимых смещений и т. п. Перед контролем швы и прилегающие зоны очищают от грязи, остатков шлака и металлических брызг.

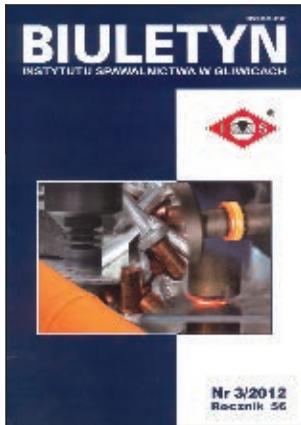
Применяют магнитографические дефектоскопы МД–9, МД–11, МДУ–1, МГК–1 и др. с комплектом намагничивающих устройств, предназначенных для магнитографического контроля качества сварных швов трубопроводов, листовых и других конструкций. Результаты контроля оценивают в соответствии с требованиями норм и правил.

К **разрушающим методам контроля** качества сварных соединений относятся механико-технологический метод, химический анализ, металлографические исследования.

Механико-технологический метод. Это испытания растяжением, изгибом, ударным изгибом образцов с острым или круглым надрезом. Стандарты на соответствующие испытания приведены в *таблице*.

Химический анализ. Анализу подвергают применяемые материалы (основной металл, сварочная проволока) и металл сварных швов, главным образом, для определения содержания в них вредных примесей. Перед сваркой обязательно проводят анализ материалов для получения данных об их свариваемости и возможности применения определенных сварочных технологических процессов.

Металлографические исследования. С помощью металлографии сварных соединений на оптическом или электронном микроскопе можно исследовать сварной шов и зону термического влияния. Кроме того, можно определить структуру исходного материала и сварного соединения, а главное — размер зерна (определяемый по ГОСТ 5639–82) и возможные выделения фаз. Этим же способом выявляют микротрещины, которые не обнаруживаются неразрушающими методами контроля. ● #1264



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) №3–2012

Исследования

J.Matusiak, J.Wycislik. Точечная сварка листового стали с защитными покрытиями и выделение вредных веществ в рабочей зоне

A.Weglowska. Исследование влияния предварительного подогрева на протекание процесса вибрационной сварки и качество соединений полиамида PA66 GF30

B.Rams. Ультразвуковая точечная сварка алюминия с медью

S.Kowieski, Z. Mikno, A.Pietras. Сварка давлением современных высокопрочных сталей

D. Miara, A.Pictras. Сварка трением с перемешиванием FSW литейных алюминиевых сплавов с деформируемыми сплавами

A.Klimpel, A.Borek. Основы технологии лазерной сварки стали

A.Lisiecki, J.Manka. Сварка стали с повышенным пределом текучести S420MC с помощью лазера HPDL

Новое сварочное оборудование и материалы

Новости компаний



Содержание журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша) №6–2012

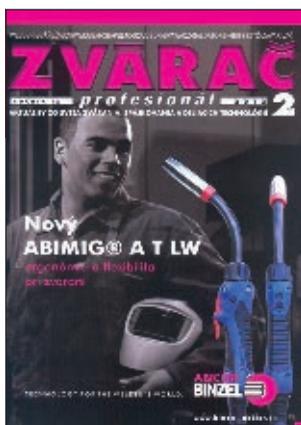
A.Klimpel. Теоретические основы лазерной резки металла

A.Sawicki. Моделирование сварочной дуги с переменной длиной потока плазмы

J.Haduch. Выбор технологических параметров наплавки методом MAG

A.Winiowski. Недостатки паяных соединений, выполненных твердыми припоями, и причины их возникновения

A.Pocica. Инструменты, которые изготавливали с помощью сварки до 1938 г.



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) №2–2012

E.Lehovic, F.Kolenic, D.Drival. Создание коррозионностойких покрытий на поверхности чугуна со сферическим графитом

D.Duricek, P.Sevcik, V.Zitnanska. Микроструктура сварных соединений высокопрочных TRIP сталей, выполненных лазером, с различным уровнем напряжения

H.Kravarikova. Методы решения задач в области теплопроводности основного металла в процессе сварки

P.Jastsemsky, Ja.Psitula, P.Santor, M.Kelcinski, M.Skarpetovski. Практические способы устранения деформации сварных конструкций и их контроль

F.Heide. Shot Peeting контроль динамически нагруженных соединений

Международный конкурс сварщиков в Китае

В Китайской Народной Республике 4–6 июня 2012 г. состоялся международный конкурс сварщиков **2012 ARC Cup International Welding Competition**. Конкурс был проведен в Пекине во время 17-й международной выставки *Beijing Essen Welding and Cutting*. Организатор конкурса — компания *Beijing ARC Xinxing Science & Technology Co., Ltd* при поддержке государственной комиссии *KHP State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council (SASAC)*.

Номинации конкурса: роботизированная (робот Panasonic TA1400-1+350GL3/350GS4) дуговая сварка образцов трехмерных изделий из углеродистой и нержавеющей стали; ручная дуговая сварка (111/SMAW) стальных пластин толщиной 10–12 мм; дуговая сварка плавящимся электродом в

углекислом газе (135/GMAW) стальных пластин толщиной 10–12 мм и трубных (диаметром 133 и 60 мм) заготовок с толщиной стенки 10 и 4 мм; дуговая сварка неплавящимся электродом в инертном газе (141/GTAW) стальных пластин толщиной 5 мм и трубных заготовок диаметром 60 мм с толщиной стенки 4 мм; газокислородная сварка (311/OFW) стальной трубной заготовки диаметром 60 мм с толщиной стенки 4 мм с пластиной толщиной 5 мм. Время на подготовку и сборку образцов к сварке — 60 мин (для роботизированной сварки — 30 мин), время на сварку образцов методами 111 и 311 — 120 мин, методами 135 и 141 — 100 мин, роботом — 40 мин.

Судейская коллегия оценивала действия конкурсантов пооперационно, согласно регламенту конкурса, а качество сварных соединений — по стандартам визуального и рентгеновского контроля.

В конкурсе приняли участие сварщики из 7 стран: КНР (11 корпораций), Южной Кореи, ФРГ (компания ESS, работающая в КНР), Украины, Республики Беларусь, Словацкой Республики и Болгарии — всего около 70 человек. Возраст конкурсантов составлял 19–35 лет. Участников отбирали национальные сварочные общества, которые получили приглашение от организатора конкурса.

Делегация Украины, сформированная Советом Общества сварщиков Украины, состояла из 7 человек: *сопровождающие лица* — А. Н. Воробьев, председатель Одесского отделения Общества сварщиков Украины, руководитель делегации, В. А. Дорошенко, главный инженер проекта (ООО «НПФ «Техвагонмаш», Кременчуг), Е. В. Заика, переводчик; *конкурсанты* — С. А. Тихонов, электрогазосварщик 5-го разряда (Одесский припортовый завод) (метод 111), А. В. Волочай, сварщик 5-го разряда (ПАО «Крюковский вагоностроительный завод») (метод 135), О. М. Лушук, электрогазосварщик 6-го разряда (Одесский припортовый завод) (метод 141), Ю. А. Эртман, ведущий инженер-технолог (ООО «НПФ «Техвагонмаш», Кременчуг) (роботизированная сварка).

Финансовую поддержку нашей делегации, кроме предприятий, где работают члены команды, оказали также спонсоры: «Восток Сервис Украина», председатель правления М. М. Котенев (Киев); «Бинцель Украина ГмбХ», директор Ю. А. Дидус (Киев); «Эйр Ликвид Велдинг Украина», директор И. Л. Либман (Харьков); «Интерхим-БТВ», директор В. И. Чернецкий (Киев); магазин «Все для сварки», директор В. А. Юранов (Одесса).



Открытие международного конкурса сварщиков в Пекине



Делегация Общества сварщиков Украины

Итоги суммарного общекомандного первенства:		
Место	Страна	Количество баллов
1	Китай	545,45
2	Украина	501
3	Беларусь	496
4	Словакия Болгария	397
5	Германия (ESS)	262,5
6	Южная Корея	255
Итоги командного первенства по отдельным номинациям:		
Место	Страна	Количество баллов
Роботизированная сварка		
1	Китай	60,13
2	Беларусь	50
3	Украина	43
Сварка методом 111		
1	Китай	116,67
2	Беларусь	94
3	Германия (ESS)	53
4	Украина	46
5	Словакия	40
6	Болгария	34
7	Южная Корея	4
Сварка методом 135		
1	Беларусь	190
2	Китай	187,6
3	Украина	184
4	Словакия	174
5	Болгария	147
6	Германия (ESS)	133,5
7	Южная Корея	39
Сварка методом 141		
1	Украина	228
2	Болгария	216
3	Китай	200,78
4	Словакия	183
5	Беларусь	162
6	Южная Корея	72
7	Германия (ESS)	43
Сварка методом 311		
1	Китай	131
2	Германия (ESS)	109



Почетная грамота, врученная украинской делегации

Конкурс проводили на фабрике сварки компании Beijing ARC Xinxing Science & Technology Co., Ltd, где были созданы все условия для безупречной работы конкурсантов и судей.

По итогам конкурса судьи констатировали, что 65% сварных соединений (их общее число 198) было отличного качества по визуальному контролю и 44% по рентгеновскому контролю. В общем, все конкурсанты (особенно в методах сварки 135 и 141) выполнили задания хорошо, что свидетельствует о высоком уровне конкурса.

Более 200 гостей присутствовало на церемонии закрытия международного конкурса сварщиков. Итоги конкурса были подведены в общекомандном первенстве по всем номинациям суммарно и отдельно, а также в личном первенстве по каждой номинации. Результаты конкурса огласил директор по связям с общественностью государственной комиссии КНР SASAC господин Xie Jun.

В личном первенстве по номинациям были объявлены только первые шесть мест. Из конкурсантов шести стран, кроме Китая, наивысшее место занял украинский участник О. М. Луцик (5-е место в номинации «Сварка методом 141»). Специальные дипломы за высокую квалификацию в сварке отдельных образцов получили только два конкурсанта, и оба они из Украины: Юрий Эртман в номинации «Роботизированная сварка», Олег Луцик в номинации «Сварка методом 141».

Выступивший на закрытии конкурса сварщиков генеральный менеджер Немецкого сварочного общества (DVS) господин Klaus Middeldorf предложил сварщикам Китая принять участие в конкурсе Китай-Европа.

Следующий международный конкурс сварщиков ARC Cup International Welding Competition состоится в Пекине в 2014 г.

● #1265

А.А. Кайдалов, д-р техн. наук,
вице-президент Общества сварщиков Украины,
А.Н. Воробьев, председатель Одесского отделения
Общества сварщиков Украины

Создание и покорение суперстали

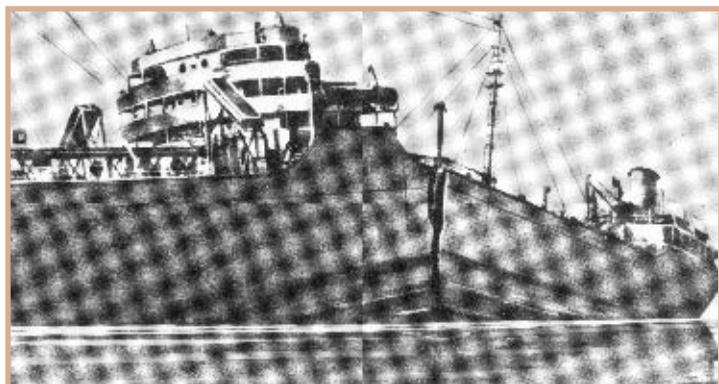
Часть 2. Спецстали и проблемы сварки

А.Н. Корниенко

В 1937 г. в Бельгии через канал Альберта было сооружено несколько цельносварных мостов. Их широко рекламировали как перспективные образцовые сварные конструкции (в том числе и на обложке советского журнала «Автогенное дело»). А ранним зимним утром 1938 г. пролеты мостов без нагрузки треснули и рухнули. Через 6 лет сварка стала причиной катастроф транспортных судов США. В это же время созданная под руководством Е.О. Патона автоматическая сварка броневых сталей заметно ускорила производство танков в СССР.

В начале 1940-х годов на судостроительных предприятиях СССР применялась преимущественно ручная дуговая сварка, в том числе по методу «лежачего электрода» (гравитационная сварка). В 1940 г. Советский Союз купил у Германии недостроенный крейсер «Лютцов» и получил возможность ознакомиться с немецкими технологиями судостроения. Однако особо наследовать было нечего. Броневые плиты к обшивке сварного корпуса немцы приварить не сумели, поэтому приклепывали их. А в США возникли неприятности при сварке даже небронированных судов. Стране, которая находилась через океан от воюющей Европы, понадобился грузовой флот. Американские судостроительные фирмы не были готовы к массовому производству. Для ускорения производства государственный заказ был ограничен двумя типами сухогрузов (проекты Liberty и Victory) и танкером T2. Спроектированы они были в Великобритании в 1886 г., и их уже строили в США во время первой мировой войны, но применя-

Цельно-сварной Schenectady так и не вышел в море



ли только клепку. Теперь, чтобы ускорить производство, использовали автоматическую сварку под флюсом, созданием которой американцы гордились. Цикл строительства сократился в 5–10 раз, но дуговая сварка, как и другие виды сварки плавлением, оказалась коварной технологией.

Сведения о неожиданно возникающих трещинах в швах и околошовной зоне поступали еще в начале 1941 г. Часть судов была снята с эксплуатации. Наиболее показательным был разлом на две половины танкера Schenectady прямо в доке 16 января 1943 г. Через два месяца при спокойном море у входа в нью-йоркский порт разошлось еще одно судно. Следующее судно разошлось по швам верхней палубы и бортов еще до спуска на воду, затем треснул по продольному шву обшивки еще один корабль, стоявший у мола. Трещины на двухсот судах удалось ликвидировать. Следственная комиссия не выявила каких-либо особых условий нагрузки, которые позволили бы дать произошедшему традиционные объяснения. Основной причиной комиссия сочла остаточные напряжения, неизбежные при сварке. Несмотря на то, что часть судов потонула, не получив ни одной пробоины, экономические преимущества и выигрыш во времени свидетельствовали в пользу сварки. (Следует отметить, что и в СССР треснули корпуса сухогрузов «Валерий Чкалов» и «Донбасс». Это были те же Liberty, переданные по ленд-лизу в обмен на марганцевую руду.)

Причину катастроф разгадал Е.О. Патон. Зарубежные специалисты, имевшие намного больший по сравнению с ним «сварочный» стаж, не учли того, что при сварке протекают металлургические процессы и в металле происходят структурные изменения. Составом стали, предназначенной для клепаных конструкций, не особенно интересовались, в основном испытывали на механическую прочность. Е.О. Патон еще в 1930 г. указал на особенности проектирования сварных конструкций, но американские коллеги не приняли этого во внимание.

Сложнейшая проблема возникла при замене клепки конструкционных закаливающих сталей сваркой. Как и в прежние времена, именно для оружия требовалось самое высокое качество. В предверии второй мировой войны военно-промышленные комплексы Германии, США, СССР и ряда других стран усилили внимание к сварке брони. Необходимо было сохранить прочностные свойства исходного материала, достигнутые в результате термической обработки. Однако успехи были скромными — толстые броневые плиты танков удавалось сварить только вручную многослойными швами.

Отечественный способ автоматической дуговой сварки под флюсом был создан в ИЭС под руководством Е.О. Патона. Директор института пишет: «В конце лета 1939 года бригада из нескольких сотрудников приступила к первым лабораторным опытам. В эту бригаду я подбирал людей с особым разбором. Владимир Иванович Дятлов с 1935 г. заведовал у нас отделом технологии. Это был образованный и энергичный человек, талантливый ученый, большой специалист по металлургии сварки. Он быстро завоевал авторитет и уважение в институте своим глубоким и часто оригинальным подходом к каждому исследованию». Однако технология и материалы были разработаны применительно к сварке обычных конструкционных сталей. Заняться специальными сталями не успели.

Начало войны, эвакуация на Урал в Нижний Тагил, организационные мероприятия на территории Уралвагонзавода прервали работы ИЭС на три месяца. Вскоре, в начале октября 1941 г., в цехах «Вагонки» разместили Харьковский завод им. Коминтерна, в конструкторском бюро под руководством М.И.Кошкина, был создан лучший средний танк Т-34. «Узким» местом здесь и на других заводах страны оказались участки сварки бронекорпусов. Цеха были завалены броневыми плитами. Круглосуточно работали сотни квалифицированных сварщиков-ручников. Е.О. Патон направил усилия коллектива на решение проблемы сварки под флюсом специальных, броневых сталей и конструирование установок. Первой из таких проблем явились трещины, возникающие при автосварке легированных закаленных сталей. Шел интенсивный поиск составов флюсов и проволок, параметров режима и техники сварки. Решение, найденное В.И. Дятловым и сотрудником харьковского завода Б.А. Ивановым, оказалось неожиданным и очень простым. Они предложили укладывать в разделку кромок низкоуглеродистую присадочную проволоку (Автор. св. СССР 364057). В результате уменьшалось науглероживание шва. В январе 1942 г. был сварен первый опытный образец. Технология и оборудование прошли апробацию, обстрел корпуса показал более высокую живучесть, чем обстрел корпуса, сваренного вручную. Е.О. Патон пишет: «...предложение, вне-



Свидетельство покорения броневой стали

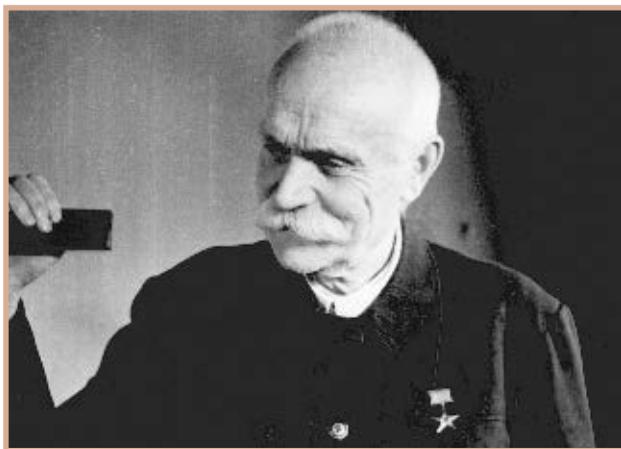
сенное Дятловым и Ивановым: применить присадочную проволоку, оказалась счастливым... Наконец-то швы стали получаться без трещин. А производительность сварки даже увеличилась. Мы гордились и сейчас гордимся тем, что советские танкостроители первыми в мире научились варить броню под флюсом. До самого конца войны у немцев не было автосварки танковой брони, а у американцев она появилась только в 1944 году».

Полезный съем продукции с единицы производственной площади увеличился в несколько раз. Производительность автоматической сварки не шла ни в какое сравнение с производительностью прежней технологии. Заводы экономили до 42% электроэнергии. Одна установка заменяла 10–14 человек. На Уралвагонзаводе на поточной линии было смонтировано 16 установок для автоматической сварки под флюсом основных узлов танка. В кратчайшие сроки оборудование и технологии были внедрены на остальных танкостроительных и других заводах оборонной промышленности. К концу 1944 г. сварка под флюсом применялась на 52 заводах. В октябре 1944 г. В.И. Дятлов переехал в Свердловск, где на Уралмашзаводе (точнее, в эвакуированном из Ленинграда Кировском заводе) приступили к освоению автоматической сварки корпусов тяжелых танков КВ и ИС с броней толщи-

ной 90–120 мм. В 1944 г. он переезжает в Ленинград. Здесь, в ЦНИИ технологии судостроения, разворачивались работы по созданию кораблей нового поколения.

Ученым предстояло установить причины возникновения трещин в соединениях. Для изготовления сварных конструкций применяли стали, ранее используемые для клепаных конструкций, и сварщики приспосабливались к «любому» металлу, не решаясь вмешиваться в технологию его производства. Вместе с тем, научно-технический прогресс выдвигал все более высокие требования к эксплуатационным качествам материалов. Усилия металлургов были направлены на микролегирование, улучшение структур термомеханической обработкой и т. п. На необходимость применения сталей, специально изготовленных для сварных конструкций, обратил внимание Е.О. Патон, обнаруживший отрицательное влияние сульфидных включений на качество сварки. Он решил, что сварщики в деле создания лучших металлов должны «продвигаться навстречу» металлургам и металловедам.

Проблемами создания хорошо сваривающихся специальных сталей занялись в ряде ведущих организаций, фирм, вузов. В частности, в ИЭС — для широкого аспекта конструкций, в том числе и броневых, в ЦНИИ ТС — для корпусных корабельных конструкций и атомных реакторов. В 1946 г. в ИЭС приступили к выполнению комплексных работ по развитию сварного мостостроения и судостроения. Среди них были и работы по выяснению причин хрупкого разрушения сварных конструкций (Е.О. Патон, В.В. Шверницкий, Б.С. Касаткин) определению влияния способов производства сталей и их химического состава на свариваемость (А.М. Макара, А.Е. Аснис, Б.С. Касаткин, С.А. Островская и др.). Патон напутствовал сотрудников: «Помните о Либерти». Вскоре в ИЭС им. Е.О. Патона была создана сталь М16С (мостовая) повышенной хладостойкости, стойкая против старения (М.М. Доброхотов, Б.С. Касаткин, А.Е. Аснис и др.).



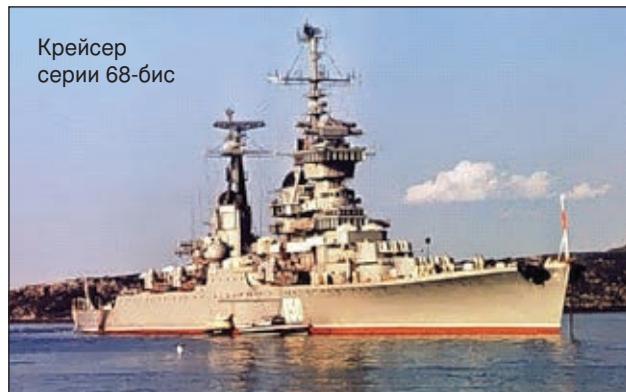
Е.О.Патон удовлетворен результатами испытаний (1947 г.)

Правительство приняло предложения Е.О.Патона — были утверждены такие требования сварщиков к стали, как снижение максимального содержания в готовом прокате углерода, серы и фосфора.

В 1945 г. для осуществления широкой программы перевооружения Военно-Морского флота СССР в ЦНИИ технологии судостроения, ЦНИИ конструкционных материалов и ряде других организаций и вузов (В.И. Дятлов, Г.Л. Петров, Ф.Ф. Бенуа и др.) начались работы по созданию основных и присадочных материалов, технологии автоматической сварки под флюсом корпусных сталей: СХЛ-4, 15 ХСНД, 10ХСНД, 10ХСН2Д и 48ЦКС и других. Специфика морского судостроения, связанная с применением металла большой толщины, более сложных конструктивных форм секций и элементов судового набора, требовала решения многих дополнительных задач, в том числе применения сталей повышенной прочности.

Правительство требовало ускорить выпуск крейсеров, и ЦКБ -17, минуя стадию эскизного проектирования быстро выдало технический проект 68-бис. Впервые в СССР была специально разработана технология формирования цельносварных корпусов из секций массой до 100–150 т. Впервые броневые плиты приваривались и служили не только как защитные, но и как несущие конструкции. Толщина бортов достигала 100 мм, боевых рубок — 130 мм. Первый корабль этой серии — «Держинский» был заложен 21 декабря 1948 г. на заводе №444 в Николаеве. Однако вскоре в сварных соединениях появились трещины. И.В. Сталин запретил наказывать кого-либо, сказав, что специалисты разберутся сами, без вмешательства «компетентных органов». (В ИЭС помнят, что так же он поступил и после крупномасштабного взрыва газопровода). Обнаружилось, что состав и технология изготовления стали не соответствуют разработанным в Ленинграде. Корпус порезали, а в сваренном из нового проката не появилось ни одного дефекта. А.Б. Широкоград отмечает: «В проекте 68-бис впервые в советском кораблестроении была освоена сварка толстых и крупногабаритных бронелистов и реализована новая технология секционной сборки цельносварного корпуса из объемных секций массой 100–150 т — методом автоматической дуговой сварки. При этом броневые плиты были полностью включены в силовую схему корпуса и в систему несущих корабельных конструкций. Это стало возможным благодаря созданию новой низколегированной свариваемой стали СХЛ-4 (предел текучести 40 кгс/мм²).

Электросварка корабельного корпуса, включая толстые, крупногабаритные бронеплиты — сложный технологический процесс, осуществленный, в значительной мере, благодаря советскому опыту применения сварки в танкостроении и изучению процессов в 1945–1948 гг. Новый технологический



Крейсер
серии 68-бис

процесс секционной сборки цельносварного корпуса, по сравнению с клепаным, позволил сократить сроки постройки каждого корабля в среднем почти вдвое (до двух с половиной лет).

Строительство развернули на четырех заводах и до 1954 г. было заложено 23 корабля. 15 июня 1953 г. крейсер проекта 68-бис «Свердлов» произвел фурор на Спитхедском параде в Портсмуте — по тактико-техническим данным кораблей этого класса ему не было равных в мире. А ученые и производственники убедились, что проблемы сварки и металлургии взаимосвязаны.

Таковы были успехи практики. А что же наука? Считается, что В.И. Дятлов интуитивно решил заполнить разделку прутками из мягких малоуглеродистых сталей или железа. Однако, не исключая талантности ученого, стоявшего у истоков металлургических основ сварки, следует помнить, что он молодым специалистом прошел школу Златоустовских заводов. Со дня основания Е.О. Патонем сварочного факультета КПИ (1935 г.) Владимир Иванович по совместительству начал формировать и преподавать предметы, которые можно назвать тепловыми и металлургическими основами сварки, технологией и материалами сварки, практикой сварочного производства. В 1954 г. он вернулся в Киев, преподавал в политехническом институте и написал большой учебник, в котором подытожил накопленные знания. Для выпуска в свет этой книги в планах издательств не нашлось места, рукопись переписывали и... множество последователей включили ее материалы в свои диссертации, учебники и монографии (как обычно, «забывая» сослаться на выдающегося ученого). В начале 1960-х годов авторитетный французский металлург Д. Сефериан описал эффективность решений В.И. Дятлова, принятых для сварки броневых сталей. К настоящему времени в мире выполнен большой объем исследований и предложено несколько объяснений.

Часть исследователей основной причиной возникновения трещин считают процессы, связанные с водородом. Однако водородной гипотезой трудно объяснить ряд фактов из практики сварки закаляющихся сталей. Один из них — увеличение



Докладывает В.И. Дятлов, председательствует Б.Е. Патон (1964 г.)

склонности к образованию трещин при увеличении содержания углерода в основном металле и повышении толщины свариваемого соединения. Эксперименты, выполненные в ИЭС им. Е.О.Патона под руководством А.М.Макары, показали, что при сварке аустенитными электродами содержание водорода в ЗТВ не уменьшается, а в шве не увеличивается. Ю.Н.Готальский отмечает, что в появлении этих трещин повинен не только диффузионный водород, но и тот, что остается в металле шва. Но как бы то ни было, в результате полувековых исследований и практики сварки закаляющихся сталей были установлены и объяснены факторы, способствующие получению высококачественных соединений сваркой плавлением. Некоторые из них могут служить ключом к разгадке технологии изготовления булата, основанной на древнейшей сварке — кузнечной.

Можно предположить следующее решение заготовки булатной стали. Тонкие полосы из углеродистого сплава (т.е. стали) и почти чистого железа, сложенные в пакет, соединяли кузнечной сваркой. При этом ЗТВ (в современном понятии) не было, однако структурные взаимодействия происходили, причем полоски железа можно рассматривать как присадку при сварке бронеконструкций. В результатековки образовывался мартенсит. Но более того, следует принять во внимание, что мощные удары молота способствуют: во-первых, перемещению молекул и атомов (явление массопереноса, открытое сотрудниками Института металлофизики Л.Н. Лариковым, В.М. Фальченко, В.Ф. Мазанко и специалистами ИЭС им. Е.О. Патона С.М. Гуревич, Г.К. Харченко, А.И. Игнатенко); во-вторых, упрочнению кристаллической решетки в результате увеличения плотности дефектов структуры, в первую очередь дислокаций. Кстати,ковка была предложена Н.Н. Бенардосом как дополнение к дуговой сварке с целью улучшения свойств сварного соединения. Этот прием впоследствии развивали в МВТУ им. Н.Э. Баумана, ИЭС им. Е.О. Патона — швы упрочняли ударами молота, взрывом и др. Однако эти методы не нашли реального применения. (Если не считать харалужного удара при изготовлении булатных мечей!)

● #1266

XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРАПЕХ
ТІЕХ**

ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЛЬНЫХ



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРИПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

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



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТІЕХ**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ



**УКРВТОР
ТІЕХ**

КОМПОЗИЦИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗВЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КООПЕРАЦИИ

Генеральные
информационные партнеры:



Технический партнер:



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

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

**20-23
НОЯБРЯ 2012 г.**



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

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



weldex

РОССВАРКА

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

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

+7 (495) 935 81 00

более 200 компаний из 15 стран мира!



промышленная выставка мирового уровня!

www.weldex.ru

подайте заявку на участие на сайте www.weldex.ru

Организатор:



При поддержке:

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

Под патронатом:

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

Генеральный
информационный
партнер:



При содействии:



Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности» «Металлообработка-2012»

А.В. Бернацкий, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

С 28 мая по 1 июня 2012 г. при официальной поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ и Правительства Москвы в Центральном выставочном комплексе «Экспоцентр» (Москва) проходила 13-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности» – «Металлообработка-2012».

За время работы выставки с экспозицией ознакомились более 21 000 специалистов отрасли. Организаторами выставки выступили «Российская ассоциация производителей станкоинструментальной продукции «Станкоинструмент» и ЦВК «Экспоцентр». Выставка стала смотром достижений 968 крупнейших машиностроительных компаний из 36 стран, которые на экспозиционной площади более 34 000 м² продемонстрировали интеллектуальные станочные системы, высокотехнологичное металлорежущее, кузнечно-прессовое, сварочное оборудование нового поколения, передовой металлорежущий инструмент, технологическую оснастку и комплектующие, прогрессивные системы промышленной автоматизации предприятий машиностроительного комплекса, новейшее программное обеспечение и многое другое (рис. 1).

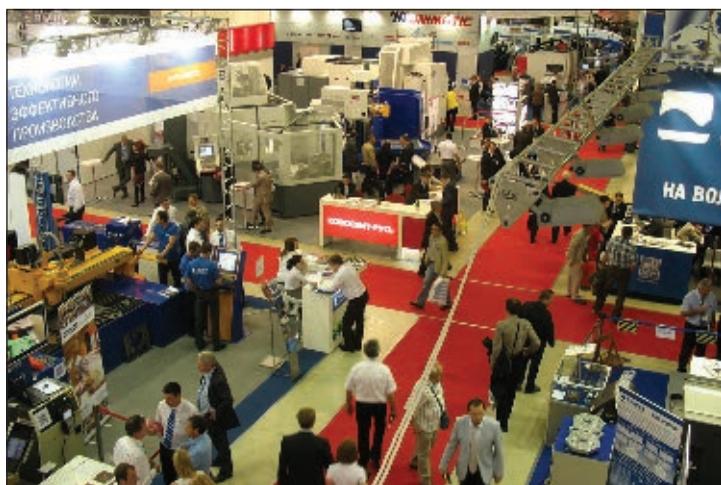
Доля иностранного участия составила около 43%. Коллективные экспозиции при поддержке национальных отраслевых ассоциаций представили компании из Белоруссии, Германии, Испании, Италии, Китая, Словакии, Тайваня, Франции, Чехии и Швейцарии.

Значительную часть экспозиции выставки занимали инжиниринговые компании полного цикла, осуществляющие работы «под ключ». Как правило, инжиниринговая компания включает несколько крупных предприятий, каждое из которых выполняет различную функцию: проектирование, строительство, поставка оборудования и его установка, монтажные работы, ведение проекта, технический надзор, инженерное сопровождение инвестиционных проектов, последующие работы (ремонт, сервис, обслуживание и т. д.). Наиболее масштабные стенды были представлены компаниями Abamet, Deg-Rus, Kami-Service, Pumori, Robur, Weber, Сигас, Финвал. Всего в выставке приняли участие более 100 таких инжиниринговых компаний.

Около 70 компаний из разных стран представили новинки в области оборудования и технологической оснастки для сварки и родственных процессов. Среди них наибольшей популярностью у посетителей пользовались стенды компаний Hogands, Kuka, Motoman, Nuova S.M.M., Oerlikon, Sares S.P.A., Weil Engineering, ВНИИавтогенмаш, Контур, Обнинский Центр порошкового напыления, Совплим, Техносвар.

Более 60 компаний продемонстрировали на выставке оборудование для лазерной обработки (резки, сварки, маркировки и других применений), среди них компании Amada, Bystronic Laser, Ermaksan, Laser-Mark, Mitsubishi Electric, Precitec, Prima Power, Rofin-Sinar, Sisma, Trumpf, Vanad, Vniter, ЗАО «Лазерные комплексы», НТО «ИРЭ-Полус», ОКБ «Булат», ООО «ОКО-ИС», Юнимаш и другие.

Рис. 1.
Работа выставки «Металлообработка-2012»



В тематике выставки большое внимание было уделено вопросам специального образования и подготовки высокопрофессиональных кадров для предприятий станкостроительной отрасли. В рамках выставки была проведена 3-я профессиональная конференция «Основные направления и методы подготовки специалистов в области металлообработки».

На организованном официальном представителем фирм Scansonic и Precitec в России и СНГ ООО «ОКОиС» мероприятии «Семинар — круглый стол «Современная автоматизация процессов сварки и резки материалов» были представлены два доклада, посвященные новейшим разработкам указанных компаний. В докладе «Повышение качества и скорости автоматизированной сварки благодаря использованию датчика TH6D» руководитель проекта от компании Scansonic (Германия) Мартин Арнольд представил новый триангуляционный датчик слежения TH6D, позволяющий выполнять отслеживание сварных швов всех типов на различных материалах. Триангуляционный датчик, не касаясь поверхности, определяет шов между деталями и передает информацию роботу о положении шва, размере зазоров, смещениях, а также ориентирует сварочную технику относительно обрабатываемой поверхности (рис. 2).

В докладе «Ультрасовременные головки лазерной резки с мониторингом процесса» руководитель отдела компании Precitec (Германия) Даниэль Вильдман представил информацию о самой компании Precitec и различных типах головок, производимых компанией для лазерных процессов резки, сварки и наплавки. Для каждого из названных процессов компания предлагает целую линейку обрабатывающих головок с различными характеристиками и возможностями. Так, г-н Вильдман рассказал о новом продукте компании Precitec Solid Cutter для 3D-резки (рис. 3). В ее конструкцию заложен быстро реагирующий датчик контроля расстояния с интегрируемым контролем высоты, который обеспечивает высокое качество резки с большой скоростью даже сложных 3D-деталей. Данная головка может быть использована с диодными и твердотельными лазерами.

В последние годы во многих технологических операциях лазерной обработки волоконные лазеры все больше и больше вытесняют другие типы лазеров. По информации Д. Вильдман, компания Precitec, ис-

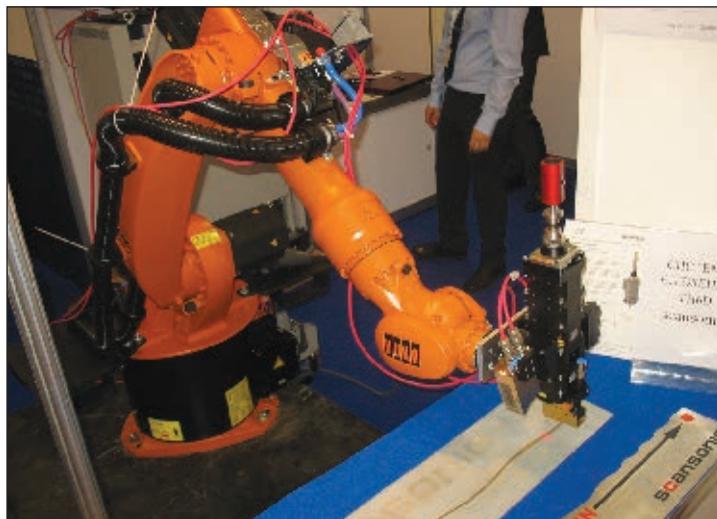


Рис. 2. Триангуляционный датчик слежения TH6D Scansonic (Германия)

Рис. 3. Головка для лазерной резки Precitec SolidCutter

пользуя свой опыт в разработке режущих головок, провела сравнительное исследование по характеристикам «производительность-качество», на основании полученных данных компания рекомендует при лазерной резке металлов толщиной до 4 мм использовать волоконные лазеры, а с ростом толщины обрабатываемых материалов отдавать предпочтение CO₂-лазерам.

Большой интерес у слушателей семинара вызвала информация о новой сварочной модульной головке Precitec YW52, оснащенной системой WobbleTracker (рис. 4).



Рис. 4.
Модульная
головка для
лазерной сварки
Precitec YW52,
оснащенная
системой
WobbleTracker

Система WobbleTracker расширяет функциональные возможности головки YW52, позволяя, помимо других многочисленных функций, отслеживать безззорный («нулевой») и переменный по ширине стык, в ходе

работы корректировать размер сфокусированного пятна, а в случае необходимости сканировать луч с амплитудой до 1,5 мм.

В рамках выставки состоялся семинар, посвященный итогам 6-летней российско-германской программы создания в регионах России демонстрационных центров лазерных технологий, организованный Лазерной ассоциацией и Лазерным центром Ганновера. В рамках специальной программы были созданы пять региональных лазерных инновационно-технологических центров (ЛИТЦ) — в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, а также в Ростовской (Таганрог) и Калужской (Обнинск) областях. Подводя итоги, участники семинара основное внимание уделили опыту использования возможностей региональных ЛИТЦ для модернизации предприятий российской промышленности.

Внедрение в промышленность высокоэффективного металлообрабатывающего оборудования, станков и инструментов, которые с успехом продвигает ежегодная международная выставка «Металлообработка», является решающим фактором технологической модернизации российской экономики, усиления ее инновационной составляющей.

● #1267

ПРОМЫШЛЕННАЯ НЕДЕЛЯ





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

МЕТАЛЛУРГИЯ - 2012

XI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

МАШИНОСТРОЕНИЕ - 2012

II СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ТРУБЫ. ПРОВОЛОКА - 2012

18-21 сентября Донецк, Украина

Государственный институт машиностроения



Федеральное предприятие "Эксподон" АООТ



ПЕРШИНА ДІЛОВИЙ



Життя



Организатор: **Специализированный выставочный центр "ЭКСПОДОНЪЕС"**

Тел./факс: +38 (062) 381-21-55
E-mail: metal@expodon.dp.ua, http://www.expodon.dp.ua
83048, Украина, Донецк, ул. Чепускинецв, 189-В

Открыта подписка-2012 на журнал «Сварщик»

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

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

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Книги прошу выслать по адресу:

Куда
почтовый индекс

Кому
Счет на оплату прошу выслать по факсу:

(.)
Реквизиты плательщика НДС:

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

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

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

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203
1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212
1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221
1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230
1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239
1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248
1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257
1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

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

 « _____ » _____ 2012 г.

_____ *подпись*

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

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

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

Тарифы на рекламу в 2012 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

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

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

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

Прогрессивная система скидок

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

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

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

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

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

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

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

Дистрибьюторы:

ООО "ВУТМАРК-УКРАИНА"

г. Киев, ул. Плодовая, 16

т./ф. +380 44 392 73 44

info@wutmarc.com.ua

www.wutmarc.com.ua

ООО "ЭКОТЕХНОЛОГИЯ"

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

т./ф. +380 44 200 8056

sales@et.ua

www.et.ua

ПП УКРГАЗСЕРВИС-КОМПЛЕКС

г. Киев ул. Окружная, 10

тел. +380 (44) 222-72-95

+380 (50) 446-93-76

www.ugs.kiev.ua

ООО "ТДС",

03127, г.Киев, пер. Коломиевский, 3/1

тел. +380 44 596 93 75

факс + 380 44 596 93 70;

welding@welding.kiev.ua



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,

87-100 Торунь, Польша,

т. +48 56 66-93-820

ф. +48 56 66-93-805

export@rywal.com.pl

www.rywal.eu

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

Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



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



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



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



Производственная база
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» —
это единственный в Украине
комплекс с полным техноло-
гическим циклом изготовления
порошковых проволок
мощностью до 5000 т/год.

*Качество продукции
подтверждается
количеством партнеров.*

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

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

office@veldeec.ua
www.veldeec.ua



WELDOOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

Оборудование для термической обработки из Эссена

«Ваш партнер для проведения термообработки»

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

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

www.weldotherm.if.ua



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

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

- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.

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

- Сдача установок для термообработки сварных соединений в аренду.

- Услуги по термообработке.

- Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования.



**НАВКО-
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

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



**УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОУГЛЫХ ШВОВ**

**УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ**

**РОБОТотехнологические
КОМПЛЕКСЫ для СВАРКИ**

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



Украина, Киев
Тел. (+38.044) 456-40-20
456-63-53

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

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