



ОАО "Лосиноостровский электродный завод"

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



Мы делаем жизнь ярче!

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

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD

ROBO



**ABICOR
BINZEL** 

GROUP



ПІІ Бінцель Україна ГмБХ – підприємство групи ABICOR
Тел./факс: + 38 (044) 403 1299; Internet: www.binzel-abicor.com
403 1399; 403 1499; 403 1599 E-mail: info@binzel.kiev.ua



5 (81) 2011

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

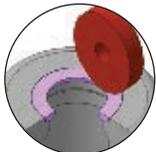
Журнал награжден Почетной
граммотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

5-2011

СОДЕРЖАНИЕ

	Новости техники и технологий	4	
	Производственный опыт		
	Восстановление работоспособности чугунных крышек редукторов ЦЗН-710 вагонеопрокидывателей типа ВРС. <i>Ю.В.Демченко, А.М. Денисенко.</i>	6	
	Газовоздушные горелки местного нагрева с заданными параметрами. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.П. Гридасов, Л.Н. Наумова, Т.В. Литвинова, Т.Б. Золотопупова</i> ...	8	
	Наши консультации	13	
	Технологии и оборудование		
	Тенденции развития технологий сварочного производства. <i>Г.И.Лашенко</i>	16	
	Электрошлаковая наплавка электродными лентами. <i>И.А. Рябцев.</i>	22	
	Лазерная сварка нахлесточных соединений низкоуглеродистых сталей прорезными швами. <i>В.Ю.Хаскин</i>	24	
	Промышленное применение упрочняющей обработки деталей машин и механизмов методом ионного азотирования. <i>М.Н.Босяков, Д.В.Жук, О.И. Назарова, И.Л. Поболь.</i>	28	
	Лазерное легирование сталей. <i>В.П.Бирюков</i>	34	
	Изготовление рабочих частей разделительных штампов с применением наплавки и лазерной обработки. <i>Л.Е.Афанасьева, В.П.Водопьянова, Н.С.Зубков, А.Ю.Лаврентьев</i>	36	
	Зарубежные коллеги	40	
	Охрана труда		
	Застосування багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки та їх складових в системах управління охороною праці. <i>С.Ф.Каштанов, І.І.Чернушак.</i>	44	
	Подготовка кадров		
	VIII Международный конкурс сварщиков в Украине. <i>А. А. Кайдалов.</i>	48	
	Страницы истории		
	Трудный путь легкого металла в ракетостроение. Дуговая сварка. Часть 1. <i>А.Н.Корниенко.</i>	50	

Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Відновлення працездатності чавунних кришок редукторів ЦЗН-710 вагонперекидачів типу ВРС. <i>Ю.В.Демченко, А.М.Денисенко</i>	6
• Газоповітряні пальники місцевого нагрівання із заданими параметрами. <i>В.М.Литвинов, Ю.Н.Лисенко, С.А.Чумак, С.Л.Зеленський, В.А.Белінський, С.Л.Василенко, А.П.Григасов, Л.Н.Наумова, Т.В.Литвинова, Т.Б.Золотопупова</i>	8
Наші консультації	13
Технології й устаткування	
• Тенденції розвитку технологій зварювального виробництва. <i>Г.І.Лашченко</i>	16
• Електрошлакове наплавлення електродними стрічками. <i>І.А.Рябцев</i>	22
• Лазерне зварювання напускових з'єднань низьковуглецевих сталей прорізними швами. <i>В.Ю.Хаскін</i>	24
• Промислове застосування зміцнювальної обробки деталей машин і механізмів методом іонного азотування. <i>М.Н.Босяков, Д.В.Жук, О.І.Назарова, І.Л.Поболь</i>	28
• Лазерне легування сталей. <i>В.П.Бірюков</i>	34
• Виготовлення робочих частин розділових штампів із застосуванням наплавлення й лазерної обробки. <i>Л.Є.Афанасьєва, В.П.Водоп'янова, Н.С.Зубков, А.Ю.Лаврент'єв</i>	36
Зарубіжні колеги	40
Охорона праці	
• Застосування багатфункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки та їх складових у системах управління охороною праці. <i>С.Ф.Каштанов, І.І.Чернушак</i>	44
Підготовка кадрів	
• VIII Міжнародний конкурс зварників в Україні. <i>А. А. Кайдалов</i>	48
Сторінки історії	
• Важкий шлях легкого металу в ракетобудування. Дугове зварювання. Частина 1. <i>А.М.Корнієнко</i>	50
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Production experience	
• Restoration of serviceability of pig-iron covers of reducers CZN-710 of car dumper such as ВРС. <i>Yu. V. Demchenko, A.M. Denisenko</i>	6
• Gas-air torch of local heating with the given parameters. <i>V.M. Litvinov, Yu.N.Lisenko, S.A.Chumak, S.L.Zelenskiy, V.A.Belinskiy, S.L. Vasilenko, A.P.Gridasov, L.N.Naumova, T.V.Litvinova, T.B.Zolotopupova</i>	8
Our consultations	13
Technologies and equipment	
• Tendencies of development of technologies of welding production. <i>G.I. Lashchenko</i>	16
• Electroslag cladding by electrode tapes. <i>I.A. Ryabtsev</i>	22
• Laser welding of lap joints of low-alloy steels by seams with full penetration. <i>V.Yu.Khaskin</i>	24
• Industrial application of hardening treatment of details of machines and mechanisms by a method of ion nitriding. <i>M.N.Bosyakov, D.V.Shzuk, O.I.Nazarova, I.L.Pobol'</i>	28
• Laser alloying of steel. <i>V.P.Biryukov</i>	34
• Production of working parts of dividing stamps with application of cladding and laser processing. <i>L.E.Afnas'eva, V.P.Vodop'yanova, N.S.Zubkov, A.Yu.Lavrent'ev</i>	36
The foreign colleagues	40
Labour protection	
• Application of the multifunctional integrated systems of complex safety and their making in control systems of labour protection. <i>I.I.Kashtanov</i>	44
Training of personnel	
• VIII International competition of the welders in Ukraine. <i>A.A. Kaydalov</i>	48
Pages of a history	
• Difficult way of easy metal in rocket. Arc welding. Part 1. <i>A.N.Kornienko</i>	50

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор К. А. Ющенко

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

Редакционная коллегия В. В. Андреев, В. Н. Бернадский, 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 Г. В. Абрамишвили

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: irinaboiko@inbox.lv

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

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

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

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

Подписано в печать 10.10.2011. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 1152 от 10.10.2011. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2011. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2011

Восстановление работоспособности чугунных крышек редукторов ЦЗН-710 вагоноопрокидывателей типа ВРС



Ю.В. Демченко, А.М. Денисенко

Освещен опыт восстановления сваркой чугунных крышек редуктора ЦЗН-710 вагоноопрокидывателя типа ВРС, эксплуатирующегося на ТЭЦ. Описаны концепция ремонта, способ сварки, режимы процесса, применяемые материалы и оборудование.

Газовоздушные горелки местного нагрева с заданными параметрами

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.П. Гридасов, Л.Н. Наумова, Т. В. Литвинова, Т.Б. Золотопупова

Описана новая продукция, разработанная в ПАО «НКМЗ» — горелки с принудительной подачей воздуха. Приведены особенности конструкции и технические характеристики горелки ГВ-ВК7. Даны результаты испытаний и рекомендации по использованию новых горелок.

Тенденции развития технологий сварочного производства

Г.И. Лашенко

Рассмотрены наиболее распространенные способы сварки — сварка плавящимся и сварка неплавящимся электродом. Приведены характеристики применяемых сварочных материалов и пути улучшения качества соединений при их применении. Описаны преимущества и недостатки описанных способов сварки, а также тенденции развития.

Электрошлаковая наплавка электродными лентами

И.А. Рябцев

Описаны преимущества электрошлаковой наплавки двумя электродными лентами. Приведена схема выполнения процесса, используемое оборудование и сварочные материалы.

Лазерная сварка нахлесточных соединений низкоуглеродистых сталей прорезными швами

В.Ю. Хаскин

Описана разработанная принципиальная технология лазерной сварки сотовых панелей прорезными швами с использованием дополнительных технологических приемов (нанесения флюсов, применения присадочной проволоки). Отмечены перспективы развития такой технологии.

Промышленное применение упрочняющей обработки деталей машин и механизмов методом ионного азотирования

М.Н. Босяков, Д.В. Жук, О.И. Назарова, И.Л. Поболь

Рассмотрен вид химико-термической обработки деталей и механизмов машин — ионно-плазменное азотирование. Описаны процесс подготовки изделия перед обработкой, примеры азотирования стали, оборудование. Приведены области применения ионно-плазменного азотирования.

Применение многофункциональных интегрированных систем комплексной безопасности и их составляющих в системах управления охраной труда

С.Ф. Каштанов, И.И. Чернушак

Анализируется возможность создания высокоэффективных компьютеризированных систем управления охраной труда (СУОТ) с использованием уже существующих многофункциональных интегрированных систем комплексной безопасности. Предложены возможные варианты применения интегрированных систем комплексной безопасности в сфере охраны труда и рассмотрены перспективы их дальнейшего использования.

Відновлення працездатності чавунних кришок редукторів ЦЗН-710 вагоноперекидачів типу ВРС



Ю.В. Демченко, А.М. Денисенко

Висвітлено досвід відновлення зварюванням чавунних кришок редуктора ЦЗН-710 вагоноперекидача типу ВРС, що експлуатується на ТЕЦ. Описано концепцію ремонту, спосіб зварювання, режими процесу, застосовувані матеріали й устаткування.

Газоповітряні пальники місцевого нагрівання із заданими параметрами

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лисенко, С.А. Чумак, С.Л. Зеленський, В.А. Белінський, С.Л. Василенко, А.П. Гридасов, Л.Н. Наумова, Т. В. Литвинова, Т.Б. Золотопупова

Описано нову продукцію, що розроблена в ПАТ «НКМЗ» — пальники із примусовою подачею повітря. Наведено особливості конструкції й технічні характеристики пальника ГВ-ВК7. Дані результати випробувань і рекомендації з використання нових пальників.

Тенденції розвитку технологій зварювального виробництва

Г.І. Лашенко

Розглянуто найпоширеніші способи зварювання — зварювання електродом, що плавиться, й зварювання електродом, що не плавиться. Наведено характеристики застосовуваних зварювальних матеріалів і шляхи поліпшення якості з'єднань при їх застосуванні. Описано переваги й недоліки описаних способів зварювання, а також тенденції розвитку.

Електрошлакове наплавлення електродними стрічками

І.А. Рябцев

Описано переваги електрошлакового наплавлення двома електродними стрічками. Наведено схему виконання процесу, використовувани встаткування й зварювальні матеріали.

Лазерне зварювання напусткових з'єднань низьковуглецевистих сталей прорізними швами

В.Ю. Хаскін

Описано розроблену принципову технологію лазерного зварювання стільникових панелей прорізними швами з використанням додаткових технологічних прийомів (нанесення флюсів, застосування присадкового дроту). Відзначено перспективи розвитку такої технології.

Промислове застосування зміцнювальної обробки деталей машин і механізмів методом іонного азотування

М.Н. Босяков, Д.В. Жук, О.І. Назарова, І.Л. Поболь

Розглянуто вид хіміко-термічної обробки деталей і механізмів машин — іонно-плазмове азотування. Описано процес підготовки виробу перед обробкою, приклади азотування сталі, устаткування. Наведено області застосування іонно-плазмового азотування.

Застосування багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки та їх складових в системах управління охороною праці

С.Ф. Каштанов, І.І. Чернушак

Аналізується можливість створення високоефективних комп'ютеризованих систем управління охороною праці (СУОП) із застосуванням вже існуючих багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки. Запропоновані можливі варіанти використання інтегрованих систем комплексної безпеки в сфері охорони праці та розглянуті перспективи їх подальшого застосування.

Специальный инструмент для заточки вольфрамовых электродов

Правильная заточка вольфрамового электрода — один из важных факторов качественной сварки при использовании способа TIG. Неправильная или некачественная заточка приводит к повышенному нагреву зоны термического влияния, перегреву электрода и уменьшению срока его службы, появлению более широкой зоны цветов побежалости. При правильной заточке дуга более концентрированная, ее давление больше и обеспечивается лучшее проплавление металла при более узкой зоне термического влияния. Для заточки вольфрамовых электродов используют специальный инструмент WEG 40.

Абразивным инструментом в WEG 40 является алмазный диск, экономичность использования которого обеспечивается за счет трех положений зажимной цанги. Угол заточки электродов от 15 до 180° позволяет сварщику подобрать оптимальную геометрию электрода для различных материалов и разного рода тока сварки. Мини-



Техническая характеристика:

Напряжение питания, В 1×230

Потребляемая мощность, Вт 900

Заточной диск:

диаметр, мм 40

скорость вращения,

об/мин 11500–17000

Затачиваемые электроды:

диаметр, мм 1,0/1,6/2,0/2,4/3,2/ 4,0

угол заточки, ° 15–180

Масса, кг 2,8

мальная длина обрабатываемого электрода 15 мм, что дает возможность затачивать в том числе электроды для головок для орбитальной сварки. При каждой заточке смачивание электрода происходит всего на 0,3 мм, затачивать электрод можно до 200 раз.

Благодаря встроенному фильтру для защиты оператора от вольфрамовой пыли можно затачивать даже торированные электроды WT.

В комплект инструмента входят заточная головка с приводом, держатель электродов, зажимные цанги 1,6/2,4/3,2 мм, пакет для утилизации фильтров, сменное защитное стекло для визуального контроля процесса заточки.

● #1171

ООО «ПТК» (Санкт-Петербург)

ММК им. Ильича удвоит выпуск сварочных электродов

Группа «Метинвест» планирует увеличить производство сварочных электродов общего назначения на химико-металлургической фабрике (ХМФ), структурном подразделении ПАО «Мариупольский металлургический комбинат (ММК) им. Ильича» более чем в два раза, передает «Интерфакс-Украина».

Согласно пресс-релизу ММК им. Ильича, к концу 2011 г. производство электродов марок АНО-4, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 составит 100 т в месяц. Пресс-служба отмечает, что в ближайшее время специалисты ХМФ полностью удовлетворят потребность в сварочных электродах комбината «Азовсталь». Поставки этих изделий начаты также на другие предприятия группы «Метинвест».

«Десять лет назад в Донском был создан электродный участок, где было освоено производство электродов так называемых массовых сортов. Мы практически полностью закрывали потребности комбината. С вхождением в группу «Метинвест» наши возможности существенно возросли — с начала года объемы уже выросли более чем в два раза, и мы понимаем, что это не предел», — цитирует пресс-служба начальника ХМФ ММК им. Ильича Олега Поляка. По его словам, на ХМФ действует хорошая химлаборатория, есть высоко-

классные специалисты. «С уверенностью могу сказать, что в сертификатах на эту высококачественную продукцию стоят реальные показатели», — констатировал О. Поляк.

ОАО «ММК им. Ильича» — одно из трех крупнейших металлургических предприятий Украины. В 1999 г. в состав ММК им. Ильича включен Донецкий государственный химико-металлургический завод, в настоящее время — Химико-металлургическая фабрика. В 2001–2002 гг. на ХМФ введены в действие участок по производству вторичного цинка из изгари цинка, цех по производству вторичного алюминия, участки по производству сварочных электродов и строительных материалов. Кроме того, ХМФ имеет мощности для производства порошков редких металлов (циркония) и ферросплавов на основе редких металлов (внепечными методами), иодидного рафинирования титанового и гафниевого сырья, производства слитков редких металлов (ниобия) электронно-лучевым переплавом, поли- и монокристаллического кремния.

● #1172

www.prometal.com.ua

Установка для аргодуговой сварки УДГУ-501 АС/DC «Транс ТИГ 500» со специализированным возбудителем-стабилизатором дуги ВСД-02

Универсальная установка УДГУ-501 АС/DC «Транс ТИГ 500» предназначена для аргодуговой сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (режим ТИГ), а также для ручной дуговой сварки покрытыми



Техническая характеристика:

Параметр	ТИГ		ММА	
	АС	DC	АС	DC
Напряжение питающей сети, В	2×380			
Частота питающей сети, Гц	50			
Сила номинального сварочного тока, А (при ПВ, %)	500 (60%)	500 (60%)	400 (100%)	500 (60%)
Пределы регулирования сварочного тока, А	10–500	10–500	25–400	25–500
Напряжение холостого хода, В	75	95	75	95
Потребляемая мощность при номинальной силе тока, кВА, не более	36	36	30	40
Диаметр электрода, мм	0,8–8		2–8	
Габаритные размеры, мм, не более (УДГУ-501 АС/DC / ВСД-02)	895×455×770 / 285×365×305			
Масса, кг (УДГУ-501 АС/DC / ВСД-02)	212 / 16,5			

электродами (режим ММА) на переменном (АС) и постоянном (DC) токе всех видов металлов и сплавов. Может быть использована для воздушно-дуговой резки (строжки) угольным электродом в режиме падающей внешней характеристики. ● #1173

ОАО Электромашиностроительный завод «Фирма СЭЛМА» (Симферополь)

На «Петрозаводскмаше» запустили в эксплуатацию новую сварочную установку ESAB A6 MHW

Установка ESAB A6 MHW предназначена для приварки крупногабаритных деталей — штуцеров и патрубков к цилиндрическим толстостенным сосудам или плоским листам. Применяемый способ — сварка под флюсом; диапазон размеров привариваемых деталей — от 200 до 1200 мм в диаметре. При работе машина устанавливается на патрубок или фланец и, вращаясь вокруг него, выполняет кольцевой шов по окружности.

«Пуск в эксплуатацию новой установки позволит автоматизировать процесс приварки патрубков и штуцеров, тогда как при ручной сварке на такой операции должен был работать сварщик высочайшей квалификации, — отметил начальник лаборатории сварки ЗАО «Петрозаводскмаш» Иван

Голдобин. — Автоматизация процесса сварки позволит увеличить производительность и качество сварки».

Новая установка ESAB уже была применена при изготовлении пыльников для нефтегазовой отрасли. Специалисты ЗАО «Петрозаводскмаш» планируют усовершенствовать установку с использованием Time Twin, что позволит на 50% сократить время сварки.

Справка. ЗАО «Петрозаводскмаш» (входит в структуру ОАО «Атомэнергомаш») основано в 1960 г. Одно из крупнейших машиностроительных предприятий на Северо-Западе РФ, осуществляющее поставки корпусного, емкостного и другого оборудования для атомной, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленности. Продукция с маркой ЗАО «Петрозаводскмаш» эксплуатируется более чем в 40 странах мира. ● #1174

www.mashportal.ru

Восстановление работоспособности чугунных крышек редукторов ЦЗН-710 вагоноопрокидывателей типа ВРС

Ю.В.Демченко, канд.техн. наук, А.М. Денисенко, Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины

Вагоноопрокидыватели типа ВРС-75, ВРС-93(-110) применяют на горнообогатительных фабриках, металлургических комбинатах, балкерных и угольных терминалах ТЭЦ для повышения производительности разгрузки сыпучих материалов.

В конструкции привода опрокидывателя ВРС-75 (рис. 1) обычно используют редукторы типа ЦЗН-710 и им подобные. Корпус редуктора отлит из серого чугуна марки СЧ-20 с толщиной элементов до 40 мм.

Сложный характер нагружения опрокидывателя, нарушение условий его нормальной эксплуатации, нештатные ситуации в работе зубчатого сцепления, возможные конструктивные недостатки, ошибки при монтаже часто приводят к разрушению деталей привода. Как свидетельствует опыт, своевременное обнаружение трещин, определение вероятных причин их возникновения позволяют в полной мере использовать технологии сварки чугуна в сочетании с

конструктивными решениями усиливающих элементов для эффективного восстановления отливок из чугуна.

В настоящей статье освещен опыт восстановления сваркой чугунных крышек редуктора ЦЗН-710 вагоноопрокидывателя, эксплуатирующегося на ТЭЦ в одном из областных центров Украины.

Крышка представляет собой литую конструкцию сложной формы (рис. 2). Длина крышки около 2 м, ширина 0,70 м, высота около 0,6 м, масса более 0,5 т.

В ремонт поступило три крышки с различными видами дефектов, обнаруженных в процессе эксплуатации:

- крышка №1 — три трещины эксплуатационного характера в зоне посадочных мест подшипников среднего вала редуктора, проходящие через отверстие крепления торцевых крышек (критическое сечение), длина трещин до 70 мм;
- крышка №2 — три трещины эксплуатационного характера в зоне посадочных мест подшипников среднего вала редуктора, проходящие через отверстие крепления торцевых крышек, дефекты литья в виде пор и неметаллических включений и следы ремонта по неустановленной технологии. После ремонта крышку не эксплуатировали из-за наличия трещин, образовавшихся при восстановлении в условиях ТЭЦ. Длина трещины 70–80 мм на глубину резьбового отверстия;
- крышка №3 — новая, в эксплуатации не была, конструктивный недостаток — отверстия крепления торцевых крышек находятся в критическом сечении.

При приемке в ремонт крышек использовали следующие методы контроля: визуальный осмотр с применением лупы с увеличением $\times 7$ и капиллярную дефектоскопию. Они подтвердили наличие трещин в крышках №1 и №2.

Было принято во внимание, что эксплуатационные трещины на крышке во всех случаях образовались в зоне посадочных мест

Рис. 1. Роторный стационарный вагоноопрокидыватель ВРС-75 (редуктор справа внизу)



Рис. 2. Крышка редуктора ЦЗН-710



подшипников среднего вала редуктора и проходят через глухое резьбовое отверстие диаметром 16 мм для крепления торцевых крышек. Именно они послужили концентраторами напряжений в этом критическом сечении в сложных условиях нагружения привода вагоноопрокидывателя. Выявленные в процессе разделки и подготовки к сварке дефекты литья (поры, рыхлости, несплошности и неметаллические включения) лишь усилили процесс образования трещин.

По результатам обследования крышки признаны ремонтпригодными. На основании имеющегося опыта и проработки конструкторско-технологических решений авторами была использована концепция ремонта, включающая разделку и заварку отверстий, в том числе в местах потенциальных разрушений (рис. 3). Кроме того, предусмотрено выполнение усиливающей наплавки в критическом сечении в соответствии со схемой, показанной на рис. 4.

Для ремонта использовали механизированную сварку открытой дугой высоконикелевой проволокой сплошного сечения ПАНЧ-11 на режимах, обеспечивающих погонную энергию в пределах 3,0–3,5 МДж/м. Многопроходные швы выполняли с помощью особой техники с разбивкой на короткие участки и последующей их проковкой, в месте сварки контролировали температуру. Сварку выполняли в нижнем положении при горизонтальном и близком к нему расположении свариваемых крышек.

В дальнейшем, после контроля ремонтных швов, в соответствии со схемой (см. рис. 4) выполняли двухслойную усиливающую наплавку. Первый слой (подслой) наплавляли проволокой ПАНЧ-11 диаметром 1,2 мм с соблюдением вышеприведенной технологии и техники сварки этим материалом. Толщина слоя достигала 4 мм. Второй слой наплавляли проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в среде CO₂. Режим наплавки сварочной проволокой Св-08Г2С следующий:

сила сварочного тока, А	120–140
напряжение дуги, В	24–25
скорость сварки, см/мин	15–25
скорость подачи проволоки, м/ч	50–150
вылет электродной проволоки, мм	15–20
полярность тока	Обратная
защитная среда	80% Ar+20% CO ₂
расход смеси газов, л/мин	12–15

Толщина наплавленного слоя 8 мм. Ремонтные работы вели в две смены в течение пяти дней. Последующую механическую доводку и сборку редукторов проводила

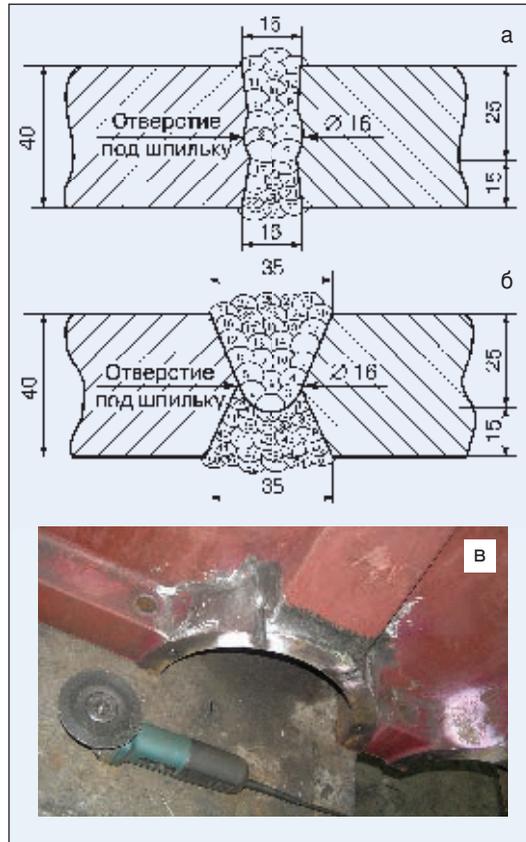


Рис. 3. Формы разделки трещины дефектных мест: а — на крышке №1 и №3; б — на крышке №2; в — внешний вид разделки на крышках №1 и №3

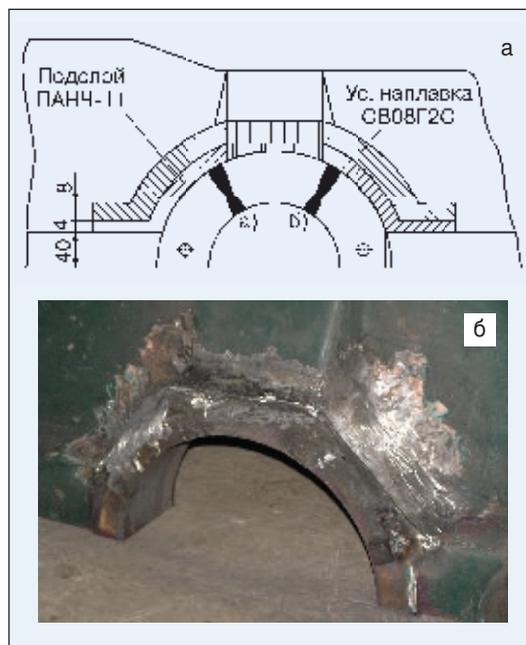


Рис. 4. Схема нанесения (а) и общий вид (б) усиливающей наплавки

эксплуатирующая организация. По результатам ремонта было рекомендовано из двух отверстий крепления крышек оставить одно и перенести его в направлении «12 ч», а также уменьшить диаметр до 10–12 мм.

После выполнения всех рекомендаций и доработки редукторы успешно эксплуатируются в проектном режиме уже более 12 месяцев.

● #1175

Газовоздушные горелки местного нагрева с заданными параметрами

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, ООО «НИИПТМАШ-Опытный завод», С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.П. Гридасов, Л.Н. Наумова, ПАО «НКМЗ», Т. В. Литвинова, Т.Б. Золотопупова, Донбасская государственная машиностроительная академия (Краматорск)

Для расширения технологических возможностей цехов изготовления металлоконструкций назрела необходимость в создании горелок, которые обладали бы следующими качествами: значительным диапазоном регулирования тепловой мощности и соотношения газ—воздух, сравнительно небольшими размерами факела, незначительным шумом при работе, простотой конструкции, возможностью предварительного подогрева газа или воздуха и большой единичной мощностью. Такими качествами может обладать горелка с принудительной подачей воздуха.

В настоящее время ПАО «НКМЗ» использует в производстве для местного нагрева деталей различные горелки. Наиболее распространена газовоздушная горелка ОГК-3 с подсосом воздуха из атмосферы конструкции ОГК ОМ (отдел главного конструктора общего машиностроения НКМЗ).

Эта горелка предназначена для разогрева кокилей и сушики форм в металлургическом производстве (используют две модификации с расходом природного газа 10 м³/ч и 20 м³/ч). С различной степенью эффективности эту горелку применяют также для горячей посадки деталей в производственных и ремонтных целях, для термической правки металлоконструкций, для предварительного и сопутствующего подогрева в сварочном производстве. К недостаткам горелки можно отнести низкую эффективность при нагреве металлических заготовок на открытом пространстве (низкотемпературный факел, большое ядро пламени, параллельно охлаждающее уже нагретую заготовку, большая корона отраженного пламени, греющая окружающий воздух и находящиеся рядом узлы основных и вспомогательных механизмов).

Новую продукцию, разработанную в ПАО «НКМЗ», — горелки с принудительной подачей воздуха — максимально эффективно можно использовать в следующих случаях:

- предварительный, сопутствующий и последующий подогрев заготовок при их наплавке;

- предварительный и последующий подогрев многотонных деталей из высокоуглеродистых и низколегированных сталей при сварке и фигурной резке;
- подогрев заготовок для электрошлаковой сварки;
- подогрев цилиндрических деталей на стенде для сварки в узкую разделку.

На основании опыта использования газовоздушных горелок в ПАО «НКМЗ» можно сформулировать требования к вновь разрабатываемым горелкам с принудительной подачей воздуха:

- пятно нагрева должно быть больше, чем в существующих горелках;
- распределение температуры пламени по сечению пятна нагрева должно быть равномерным;
- горелки не должны иметь ярко выраженного ядра пламени (зоны, внутри которой горючая смесь еще не вступила в реакцию горения, и поэтому имеет низкую температуру);
- расход энергоносителей должен быть ниже, чем для существующих горелок.

Для разработки горелок, отвечающих таким требованиям, ПАО «НКМЗ» привлекало специалистов ООО «НИИПТМАШ-Опытный завод», имеющих опыт в разработке подобных горелок. Так, на изготавливаемых ПАО «НКМЗ» машинах непрерывной разливки стали применяют совместно разработанные газовоздушные горелки ГВ-Ф для разогрева до 850°С стаканов-дозаторов промковша. Хорошие отзывы о работе горелок ГВ-Ф получены от ОАО «Днепропресс» и завода им. Петровского (Днепропетровск), где успешно эксплуатируют установки для предварительного нагрева многотонных цилиндрических заготовок перед их наплавкой. Опыт, полученный при разработке и эксплуатации горелок, был учтен при изготовлении горелки ГВ-ВК7.

В предлагаемой горелке ГВ-ВК7 использован внутрисопловый принцип смешива-

ния рабочих газов, окислитель — сжатый воздух, инжектирующий газ — горючий газ. Головка моноблочная со съёмным стабилизатором горения. Особенности конструкции позволяют получить высокотемпературное пламя с равномерным распределением температуры по сечению и длине.

Техническая характеристика горелки ГВ-ВК7:

Давление природного газа в магистрали, МПа	0,04–0,09
Расход природного газа, м ³ /ч	4,4–5,6
Давление сжатого воздуха в магистрали, МПа	0,2–0,4
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	50–70
Масса горелки, кг	1,4

После изготовления экспериментальной партии горелок ГВ-ВК7 была проведена серия экспериментов, цель которых — проверка соответствия вновь разработанной горелки требованиям, заложенным в техническом задании на проектирование и перечисленным выше.

Для этого в бюро газоплазменных способов сварки (БГСС) ОГС «НКМЗ» был собран стенд, в который входят:

- два нагреваемых экрана (лист 4×400×600), устанавливаемых вертикально в специальных пазах с возможностью быстрого монтажа и демонтажа;
- штатив с хомутами для крепления двух или более горелок в горизонтальной плоскости, при этом штатив может перемещаться относительно экранов;
- системы газоснабжения, которые обеспечивают одновременную бесперебойную работу минимум двух горелок.

В штативе горизонтально закрепили горелку ГВ-ВК7 (рис. 1) и горелку ОГК-3 (слева) таким образом, чтобы расстояние между горелками и соответствующими им нагреваемыми экранами было равно 200 мм. Давление природного газа перед горелками установили равным 0,07 МПа, давление воздуха — 0,4 МПа. Одновременно зажгли горелки и нагревали вертикальные листы до появления свечения (650°С) на обратной стороне одного из экранов.

На рис. 1 видно, что факел горелки ОГК-3 имеет ярко выраженный темный участок по его оси, вялое пламя, большую корону, отраженную от листа (значительное количество природного газа сгорает в стороне и греет воздух). Факел горелки ГВ-ВК7 имеет сплошной по сечению синий цвет, диаметр которого значительно больше, чем у горел-



Рис. 1. Одновременный нагрев листа 4×400×600 горелкой ОГК-3 (слева) и ГВ-ВК7 (справа). Расстояние между листом и горелками 100, 200, 300 мм; время нагрева до появления светящегося пятна 4 мин

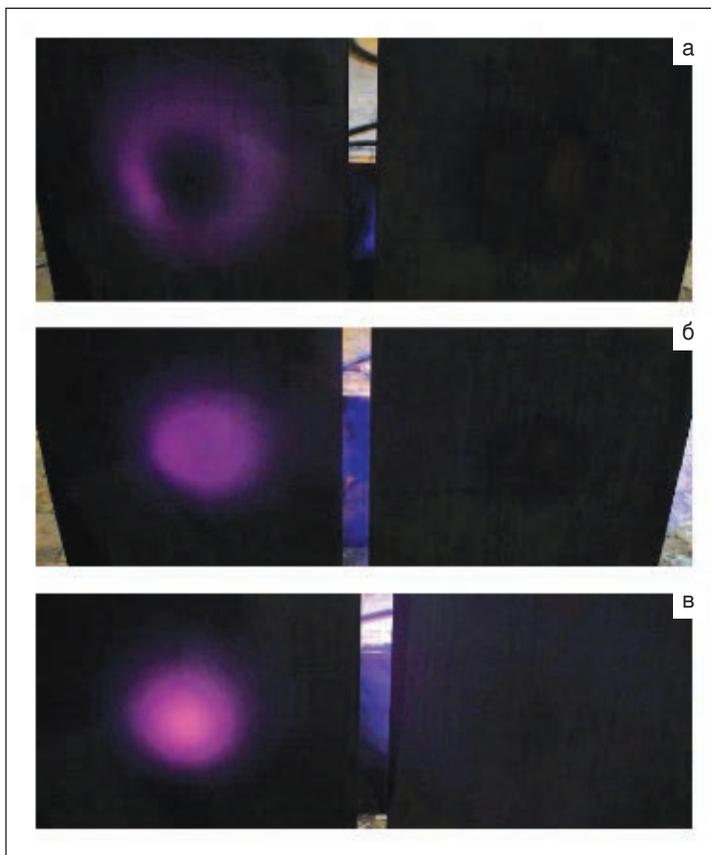


Рис. 2. Результат нагрева с обратной стороны листа: а — расстояние от экрана до горелок L=100мм, время нагрева 4 мин; б — L=200 мм, t= 3 мин; в — L=300 мм, t= 2 мин

ки ОГК-3. Факел горелки ГВ-ВК7 жесткий, корона отраженного пламени незначительна.

Свечение с обратной стороны нагреваемого экрана появилось у горелки ГВ-ВК7 через 4 мин, экран начал деформироваться через 1 мин (рис. 2, а). На экране, нагреваемом го-

релкой ОГК-3, термических деформаций не наблюдали в течение всего времени нагрева.

Размеры светящегося пятна на экране, нагреваемом горелкой ГВ-ВК7, 200×90 мм. На экране, нагреваемом горелкой ОГК-3, четко было видно пятно диаметром 150 мм, где поверхность листа не претерпела никаких изменений (осталась холодной). Вокруг этого пятна начали появляться следы цветов побежалости. Темное пятно на экране нагреваемом горелкой ОГК-3, соответствует расположению ядра пламени.

Эксперимент повторили при расстоянии между горелками и нагреваемыми экранами 200 мм и 300 мм.

При нагреве экранов на расстоянии 200 мм от горелок (рис. 2, б) на обратной стороне листа свечение появилось через 3 мин (светящееся пятно диаметром 170 мм — новая горелка, черное пятно охлаждения ядром пламени — старая горелка).

При нагреве экранов на расстоянии 300 мм от горелок (рис. 2, в) на обратной стороне листа свечение появилось через 2 мин (сплошное светящееся пятно диаметром 100 мм — новая горелка, никаких следов нагрева — старая горелка).

Проведенные эксперименты показали, что разработанная горелка ГВ-ВК7 полностью удовлетворяет требованиям, сформулированным при ее проектировании.

Сравнительные испытания горелок ОГК-3 и ГВ-ВК7 проводили в цехе №16 при выполнении заказа на изготовление опорной плиты толщиной 255 мм и массой 14250 кг. Из двух одинаковых плит, имеющих одинаковую начальную температуру 20°C, одну нагревали горелкой ОГК-3, другую — горелкой ГВ-ВК7. Температуру измеряли на противоположной от нагрева стороне заготовки контактной термопарой ТК-6.

Результаты испытаний показаны на рис. 3. Из графика видно, что на кривой 1 в области температуры 120°C обозначилась тенденция «насыщения», и поэтому экстраполировать ее дальше не представлялось возможным. Кривую 2 экстраполировали до времени нагрева 180 мин (пунктирная линия).

За 170 мин опорная плита нагрелась горелкой ГВ-ВК7 до 197°C, а горелкой ОГК-3 — до 122°C, что в 1,62 раза меньше. До температуры 122°C плита нагрелась старой горелкой за 170 мин, а новой — за 102,3 мин, т. е. в 1,67 раза быстрее. Из рис. 4 видно, что в диапазоне температур от 30 до 420°C с помощью горелки ГВ-ВК7 данную заготовку можно нагреть в 1,5–2,0 раза быстрее, чем с помощью горелки ОГК-3.

На практике, как правило, приходится решать задачу нагрева заготовок, когда известна конечная температура заготовки и ее масса. При этом необходимо определить количество горелок и время нагрева. В ряде случаев экономически целесообразно проводить нагрев заготовки до заданной температуры одной горелкой и при этом затратить меньше энергоносителей, чем при нагреве несколькими горелками.

Рис. 3. График зависимости температуры опорной плиты от времени нагрева: 1 — нагрев горелкой ОГК-3; 2 — нагрев горелкой ГВ-ВК7

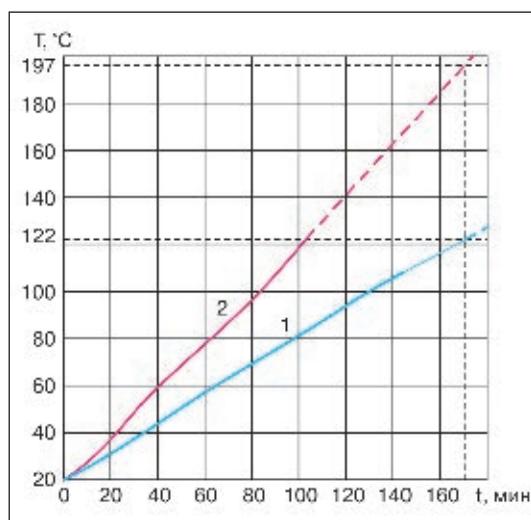


Рис. 4. График зависимости безразмерной величины $t_{ст}/t_{нов}$ от температуры заготовки

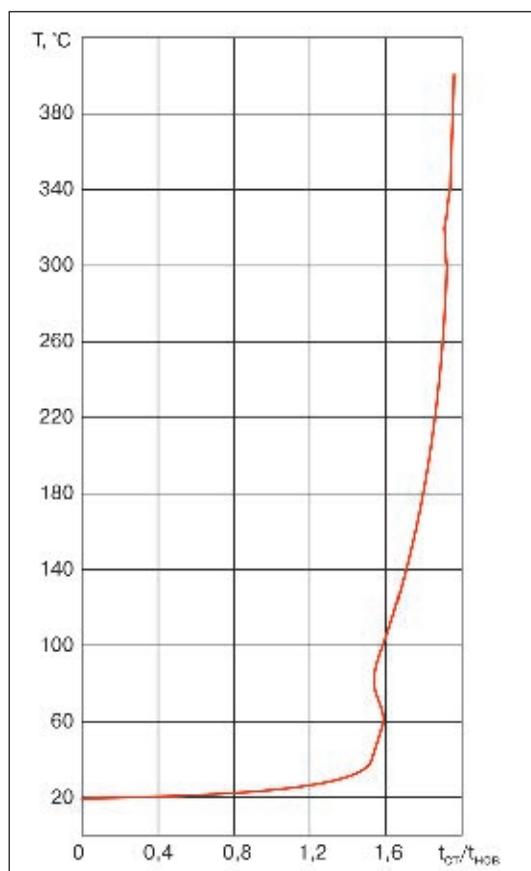




Рис. 5. Нагрев заготовки массой 3051 кг одной (а), двумя (б) и тремя (в) горелками ГВ-ВК7

Для разработки рекомендации по выбору количества горелок ГВ-ВК7, необходимых для нагрева заготовки заданной массы до требуемой температуры за экономически обоснованное время, были выполнены следующие эксперименты:

- нагрев эталонного образца одной, двумя и тремя горелками и построение кривых зависимости температуры нагрева от времени нагрева для указанного количества горелок;
- нагрев реальной детали массой 3051 кг одной (рис. 5, а), двумя (рис. 5, б) и тремя (рис. 5, в) горелками при прочих равных условиях и построение кривых зависимости температуры нагрева от времени нагрева.

Результаты этих экспериментов показаны на рис. 6–8.

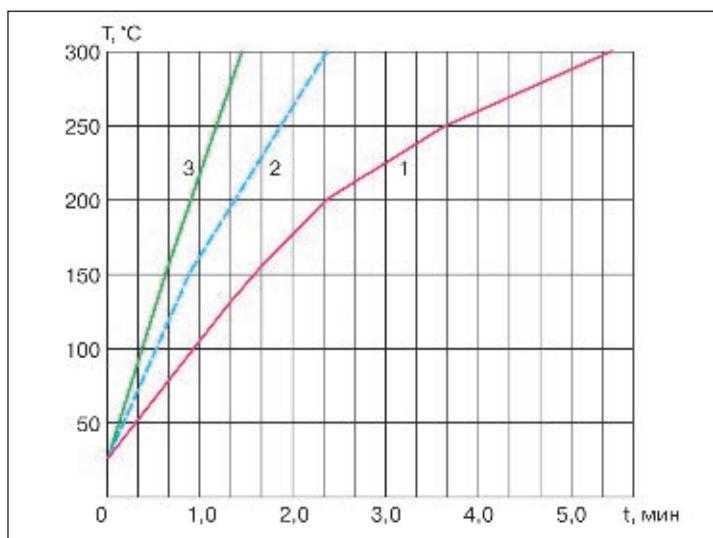


Рис. 6. График зависимости температуры эталонного образца (лист 400×600 мм толщиной 4 мм) от времени нагрева одной (кривая 1), двумя (кривая 2) и тремя (кривая 3) горелками ГВ-ВК7

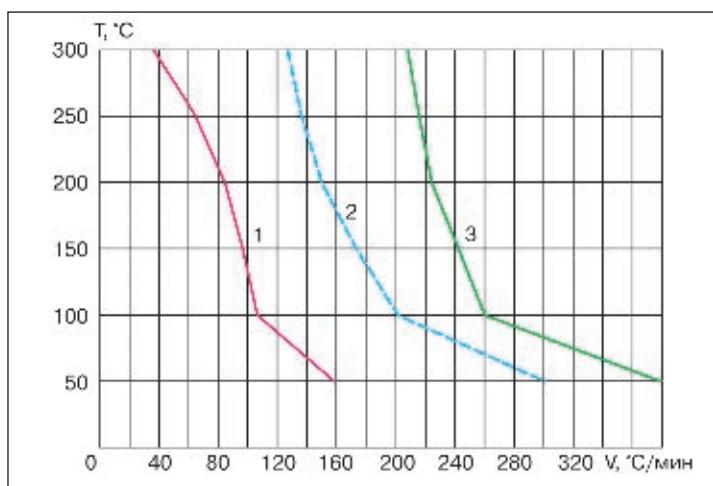


Рис. 7. График зависимости температуры эталонного образца (лист 400×600 мм толщиной 4 мм) от скорости нагрева одной (кривая 1), двумя (кривая 2) и тремя (кривая 3) горелками ГВ-ВК7

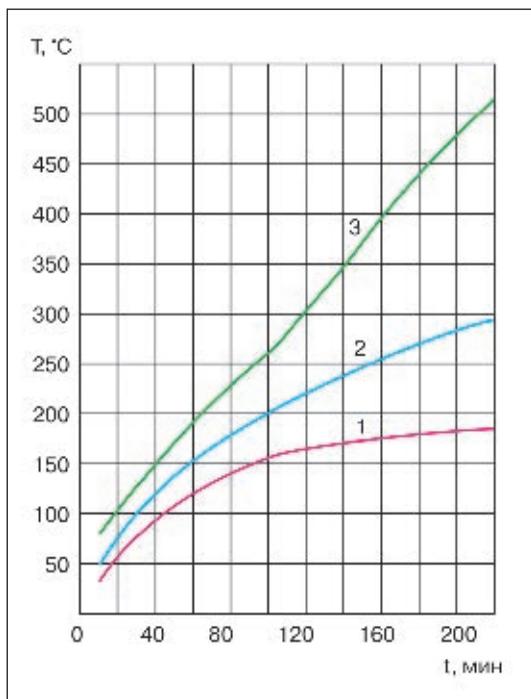
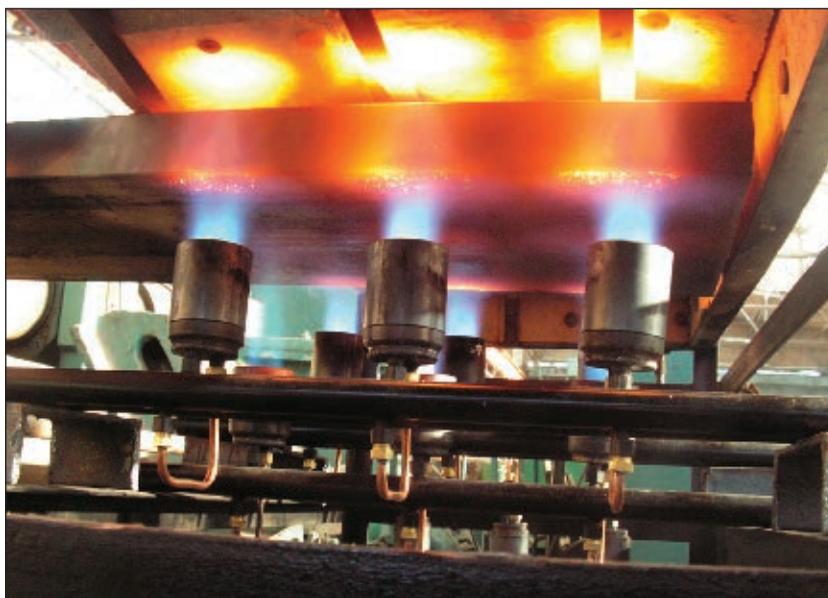


Рис. 8. График зависимости температуры заготовки массой 3051 кг от времени нагрева одной (кривая 1), двумя (кривая 2) и тремя (кривая 3) горелками ГВ-ВК7

Таблица. Количество горелок ГВ-ВК7, необходимых для нагрева деталей

Масса детали, кг	Температура поверхности детали, °C											
	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480
До 1000	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4
1000–3000	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5
3000–6000	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5
6000–9000	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6
9000–12000	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
12000–15000	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	≥7
15000–18000	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	≥7	≥7
Более 18000	2	3	3	4	4	5	5	6	6	≥7	≥7	≥7

Рис. 9. Нагрев концов листа толщиной 70 мм до температуры 650 °C в процессе их вальцевания при изготовлении обечаяк



Расчитанный по экспериментальным данным (рис. 3 и 8) расход природного газа при нагреве до заданной температуры заготовок массой 15250 и 3051 кг одной, двумя и тремя горелками, а также полученные в результате нагрева эталонного образца (рис. 6) безразмерные коэффициенты эффективности работы одной или нескольких горелок для каждой температуры позволили разработать рекомендации по выбору оптимального количества горелок ГВ-ВК7 в зависимости от массы заготовки и заданной температуры ее поверхности. На основе этих рекомендаций была разработана

таблица, в которой приведено количество горелок, необходимых для нагрева заготовки данной массы до данной температуры. При этом другие варианты или невозможны, или сопряжены с повышенными расходами энергоносителей.

Разработанные горелки и рекомендации по их использованию успешно применили при нагреве концов толстого листа в процессе их вальцевания (рис. 9). На четырехвалковых вальцах, на которых обрабатывали листы с максимальной толщиной 40 мм, стало возможным изготовление обечайки из листа толщиной до 80 мм. ● #1176



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.

При реставрации парковой скульптуры 18 века установили, что она отлита из цинка. Восстановить необходимо разрушенные фрагменты с толщиной стенки 2–4 мм. Можно ли в этом случае применять сварку и какие технологии целесообразно использовать?

Е.В. Юргин (Умань)

Низкие температуры плавления и кипения цинка, а также легкая его окисляемость затрудняют сварку. Пары металла весьма вредны для здоровья, поэтому при сварке цинка плавлением обязательно следует применять местную вытяжную вентиляцию, а в ряде случаев и индивидуальные средства защиты органов дыхания сварщика.

Газовая сварка. Фрагменты из цинка толщиной до 4 мм сваривают без разделки кромок. Для сварки стыковых соединений листов большей толщины разделяют кромки с углом раскрытия 90°. Применяют пламя с небольшим избытком ацетиленом при мощности около 50 л/ч на 1 мм толщины. Используют присадочные прутки, наре-

занные из листового цинка той же толщины, что и основной металл. Флюс, состоящий из 50% хлористого цинка и 50% нашатыря, перед сваркой в небольшом количестве наносят на свариваемые кромки и постепенно добавляют на нагретом конце присадки. Сварку стыковых швов выполняют на подкладках из асбеста. Для удержания расплавленного металла под свариваемые кромки можно подкладывать огнеупорный кирпич. Сварку выполняют «левым» способом, избегая перегрева сварочной ванны.

Вследствие крупнокристаллической структуры швов прочность сварного соединения цинка низкая. Заметное повышение прочностных свойств шва достигается путем его проковки при 100°С с последующим быстрым охлаждением водой.

Дуговая сварка. Сварку в среде аргона неплавящимся электродом рациональнее применять для толщины металла до 2 мм. Сварку выполняют вручную на постоянном токе прямой полярности при таких параметрах: сила сварочного тока 30–100 А; скорость сварки 9–27 м/ч; расход аргона 11,7 л/мин; толщина присадочных прутков 1–1,9 мм. ● #1177

Производственные показатели Украины в сентябре



В сентябре производство чугуна в Украине уменьшилось на 5,3%, или на 134 тыс. т по сравнению с августом до 2 404 тыс. т, в августе — увеличилось на 8,9%, или на 208 тыс. т по сравнению с июлем до 2 538 тыс. т. В 2010 г. по сравнению с 2009 г. производство чугуна увеличилось на 6,6%, или на 1 683,8 тыс. т до 27 356,46 тыс. т. По прогнозу Кабинета министров, производство чугуна в 2012 г. повысится на 7,2% к ожидаемому результату за текущий год, до 31 млн. т, при этом в 2011 г. выплавка чугуна вырастет на 5,6% к предыдущему периоду, до 28,9 млн. т.

В сентябре производство готового проката в Украине уменьшилось на 2,2%, или на 54 тыс. т по сравнению с августом до 2 434 тыс. т, в августе — увеличилось на 4,8%, или на 113 тыс. т по сравнению с июлем до 2 488 тыс. т. В 2010 г. производство готового проката увеличилось по сравнению с 2009 г. на 8,6%, или на 2 251,72 тыс. т до 28 291,63 тыс. т.

В сентябре производство стальных труб в Украине сократилось на 1,8%, или на 3,1 тыс. т по сравнению с августом до 173,9 тыс. т, в январе-сентябре 2011 г. по сравнению с январем-сентябрем 2010 г. — выросло на 34,2%, или на 421,8 тыс. т до 1 654,5 тыс. т, в августе — сократилось на 8,1%, или на 15,5 тыс. т по сравнению с июлем до 177 тыс. т. В 2010 г. по сравнению с 2009 г. производство стальных труб увеличилось на 11,1%, или на 173,63 тыс. т до 1 737,99 тыс. т.

В сентябре производство стали в Украине уменьшилось на 4%, или на 121 тыс. т по сравнению с августом до 2 894 тыс. т, в январе-сентябре 2011 г. по сравнению с январем-сентябрем 2010 г. — увеличилось на 8,1%, или на 1 953 тыс. т до 25 965 тыс. т, в августе — увеличилось на 9,6%, или на 265 тыс. т по сравнению с июлем до 3 015 тыс. т. В 2010 г. по сравнению с 2009 г. производство стали в Украине выросло на 9,7%, или на 2 876,98 тыс. т до 32 630,91 тыс. т.

www.rusmet.ru



ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

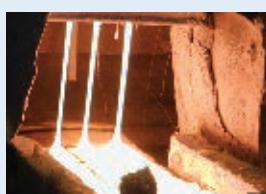
Украинское предприятие ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.



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-технического центра «СЕПРОЗ» 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 УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарта России, TUV Nord.

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

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

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

НАВКО-ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



установки для сварки
прямолинейных швов

установки для сварки
кольцевых швов

робототехнологические
комплексы для сварки

сварочная аппаратура



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

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

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

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



**ТРИАДА
СВАРКА**

Итонius BINZEL SEUMA АСКАЙНАК СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



**РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**РЕМОНТ ЛЮБОГО
СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ
КОМПЛЕКТАЦИЯ
СВАРОЧНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

**ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ
РАБОТЫ**

**ШИРОКИЙ ВЫБОР
СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

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

тел.: (061) 220-00-79
(061) 213-22-69

weld@triada.zp.ua
triada-weld.com.ua

факс: (061) 233-10-58
(0612) 34-36-23

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

тел.: (056) 375-65-83
(050) 322-50-03



ЕКОТЕХНОЛОГІЯ

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



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

Більш ніж 1000 найменувань
промислових товарів
кращих вітчизняних та іноземних виробників

ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ



Тенденции развития технологий сварочного производства*

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

Дуговая сварка продолжает оставаться одной из наиболее распространенных технологий сварочного производства. В большей степени это относится к сварке плавящимся электродом. Что касается сварки неплавящимся электродом, то по объемам применения она заметно уступает сварке плавящимся электродом. В то же время обе технологии продолжают развиваться и совершенствоваться.

Сварка плавящимся электродом. Сложившееся в мире соотношение применяемых способов дуговой сварки предопределяет структуру потребления сварочных материалов, в которой доминируют покрытые электроды (около 40%) и сплошная проволока (около 40%). При этом продолжается снижение потребления покрытых электродов для дуговой сварки и рост спроса на порошковую проволоку. Объем потребления сплошной проволоки остается неизменно высоким и имеет тенденцию к росту, которая по прогнозу экспертов будет сохраняться и в ближайшем будущем, что приведет к стабилизации применения покрытых электродов на уровне 15–20%. Примерно такой уровень потребления электродов уже достигнут в европейских странах с развитой экономикой. В структуре производства и потребления сварочных материалов в Украине более 50% составляют покрытые электроды, а в целом по СНГ этот показатель еще выше. Тем не менее, в последние годы в Украине, России, Китае и других странах происходит уменьшение объемов применения покрытых электродов, а следовательно, и замена ручной дуговой сварки механизированными способами, в том числе механизированной сваркой в защитных газах сплошной и порошковой проволокой при сохранении существующих объемов использования автоматической сварки под флюсом.

Основными факторами, определяющими результат механизированной дуговой сварки, являются качество электродной проволоки, эффективная защита зоны сварки, правильный выбор источников питания и сварочного оборудования в целом, профессиональная квалификация сварщика и техническая культура производства.

Для потребителя важны такие характеристики электродной проволоки, как:

- допустимое отклонение от номинального диаметра;
- постоянство химического состава;
- состояние поверхности;
- обеспечение надежности токоподвода;
- временное сопротивление разрыву;
- диаметр намотки и собственное напряжение «закрутки»;
- размеры кассет и катушек для проволоки;
- вид намотки и упаковки.

Сварочную проволоку сплошного сечения для дуговой сварки плавящимся электродом выпускают по ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия». Стандарт предусматривает изготовление 76 марок проволоки, в том числе: 6 марок низкоуглеродистой, 30 марок легированной и 40 марок высоколегированной. Кроме того, существуют десятки марок стальной сварочной проволоки, которые выпускают в небольших количествах по отдельным техническим условиям.

В настоящее время в Украине уже вступили в действие некоторые международные стандарты, касающиеся производства электродной проволоки. Одним из таких гармонизированных стандартов является стандарт ДСТУ ISO 14341:2004 (ISO 14341:2002, IDT) «Матеріали зварювальні. Електродні дріоти та наплавлений метал для дугового зварювання у захисному газі плавким електродом нелегованих і дрібнозернистих сталей. Класифікація». Требования к поставке сварочной проволоки определены гармонизированным стандартом ДСТУ ISO 544:2004 (ISO 544:2003, IDT) «Матеріали зварювальні. Технічні умови постачання зварювальних присадних матеріалів. Тип продукції, розміри, допуски та маркування».

Согласно ГОСТ 2246-70, основными показателями качества проволоки являются предельные отклонения по диаметру и овальности, размеры мотков, качество поверхности. Сравнительные данные по предельным отклонениям размеров проволоки по ГОСТ 2246-70 и ISO 544:2004 приведены в табл. 2.

* Продолжение. Начало в №3, 4–2011.

Таблица 2. Предельные отклонения размеров проволоки, мм

Номинальный размер	Предельные отклонения по диаметру		Предельные отклонения по овальности	
	ГОСТ 2246-70	ДСТУ ISO 544:2004	ГОСТ 2246-70	ДСТУ ISO 544:2004
0,3	-0,05	–	-0,025	Не допускается
0,5	-0,06	+0,01 -0,03	-0,03	
0,6	–		–	
0,8	-0,07		0,035	
0,9	–		–	
1,0	-0,09		-0,045	
1,2				
1,4				
1,5				
1,6	-0,12	–	-0,06	
1,8	–	+0,01 -0,04	–	
2,0	-0,12		-0,06	
2,4	–		–	
2,5	-0,12		-0,06	
2,8	–	+0,01 -0,07	–	
3,0	-0,12		-0,06	
3,2	–		–	
4,0	-0,16	–	-0,08	
5,0				
6,0				
8,0	-0,20	–	-0,10	
10,0	-0,24	–	-0,12	
12,0				

Следует отметить, что гармонизированный международный стандарт не допускает овальности, а поля допусков на предельные отклонения по диаметру значительно сужены по сравнению с требованиями ГОСТ 2246-70. Ужесточение допустимых предельных отклонений от номинального диаметра снижает вероятность заклинивания проволоки в канале токопроводящего наконечника и обеспечивает постоянную плотность тока при сварке.

Химический состав электродной проволоки и его постоянство по длине влияют как на технологический процесс изготовления проволоки, так и на ее сварочно-технологические характеристики.

Проволока Св-08Г2С, выпускаемая по ГОСТ 2246-70, содержит большее количество кремния, марганца и углерода по сравнению с проволоками для сварки в активных защитных газах (МАГ-сварка) марок G3Si1, G4Si1 (ДСТУ ISO 14341). Проволока Св-08Г2С менее технологична и, как правило, не обеспечивает постоянства химического состава по длине. ДСТУ ISO

14341:2004 в отличие от ГОСТ 2246-70 дополнительно определяет требования по пределам механических свойств наплавленного металла шва и используемого защитного газа. При этом проволоку классифицируют на две группы – А и В в зависимости от ее химического состава на основании требований европейских норм EN и американских норм AWS. Группа А классифицирует проволоку по пределу текучести к работе ударного разрушения наплавленного металла, равной 47 Дж, а группа В – по временному сопротивлению разрыву и работе ударного разрушения, равной 27 Дж.

Состояние поверхности электродной проволоки влияет на ее коррозионную стойкость, содержание газов и вредных примесей в сварных швах, усилие проталкивания и надежность токопровода.

Совершенствование электродной проволоки во многом связано с желанием улучшить состояние ее поверхности. Для этого применяют очистку, омеднение, электролитно-плазменную обработку и другие технологии изготовления проволоки.

Нанесение медного покрытия уже несколько десятилетий является основным направлением улучшения поверхностных свойств электродной проволоки. Стальная проволока с медным покрытием марки G3Si1 имеет наименьшее переходное сопротивление, для проволоки с бронзовым покрытием оно примерно вдвое больше, а для проволоки без покрытия — больше примерно в четыре раза. Повышение толщины медного покрытия не ведет к существенному снижению переходного сопротивления, фирма WDI использует проволоку с толщиной покрытия, образующейся при расходе меди из расчета 0,8–1,3 г/м² поверхности.

Установлено, что по сравнению с неомедненной проволокой время от момента первого касания омедненной проволоки до установления стабильного процесса сварки сокращается в 2–3 раза, а количество «ложных» касаний проволокой поверхности основного металла сокращается с 3–4 до 1–2. Время до момента стабильного горения дуги при механизированной сварке составляет от 11 до 14 мс.

Состояние поверхности сварочной проволоки влияет на усилие и равномерность ее подачи через гибкие направляющие каналы шланговых держателей. При различных углах изгиба шлангов усилие проталкивания омедненной проволоки меньше, чем усилие проталкивания проволоки без покрытия.

При сварке омедненной проволокой уровень потерь металла на разбрызгивание меньше на 20–40% по сравнению с проволокой, имеющей технологическую смазку или ржавчину.

Диаметр катушки проволоки на кассеты и катушки оказывает влияние на стабильность токопровода в контакте «проволока-наконечник» и на расположение торца электрода относительно оси наконечника.

Большинство зарубежных, а в настоящее время и отечественных производителей поставляют проволоку с намоткой «витком к витку» в еврокассетах и катушках типа В или BS соответствующего диаметра. Проволоку диаметром 0,6 и 0,8 мм наматывают на кассеты диаметром 100 и 200 мм, проволоку диаметром 1,0–1,4 мм — на кассеты диаметром 200 и 300 мм, а проволоку диаметром 1,6–2,0 мм — на кассеты и катушки диаметром 300 мм.

ДСТУ 544-2004 определяет требования к «жесткости», подаваемости, сварочно-технологическим свойствам проволоки, размерам барабанов, катушек для намотки проволоки.

Для качества сварки как омедненной, так и неомедненной сварочной проволокой важное значение имеет вид упаковки. Упаковка, применяемая лучшими зарубежными производителями электродной проволоки, обеспечивает длительную ее сохранность в различных условиях без нарушения технологических свойств.

Необходимо отметить, что омедненная проволока не лишена недостатков, но несмотря на это, она остается основным продуктом, используемым для механизированной сварки плавящимся электродом не только в защитных газах, но и под флюсом. Наиболее слабым местом омедненной проволоки является прочность сцепления медного слоя с поверхностью. Во время подачи проволоки при контакте с подающими роликами и в результате трения в каналах происходит отшелушивание меди, каналы забиваются и проволока подается неравномерно. Поэтому продолжается поиск альтернативных меднению технологий поверхностной обработки электродной проволоки.

В последние годы на рынке получает распространение проволока AristoRod фирмы «ЭСАБ». Это проволока для механизированной и роботизированной сварки, поверхность которой обработана по специальной технологии ASC. В результате применения этой технологии удалось исключить омеднение поверхности и при этом обеспечить хорошую подаваемость проволоки, уменьшить износ наконечников, гарантировать стабильный процесс сварки при низком разбрызгивании. Поверхность проволоки защищена от коррозии.

В последнее десятилетие в мире продолжает расти потребление порошковой проволоки. Страны СНГ существенно отстают в этой области.

В структуре применения порошковой проволоки основную долю составляет проволока для сварки в среде защитных газов (порошковая проволока с рутиловым, основным и металлическим сердечником).

В мировой практике используют две принципиальные технологии изготовления порошковой проволоки — вальцовкой из ленты (изготовленные путем формовки холоднокатаной ленты заданного размера в круглый профиль, заполняемый порошковой смесью на промежуточной стадии формовки) и изготовление бесшовной проволоки путем заполнения агломерированным флюсом длинномерной трубной заготовки на специальных вибростендах.

В последние годы освоено заполнение трубной заготовки из ленты непосредственно перед сваркой продольного шва, выполняемой лазером или токами высокой частоты. Последующий процесс изготовления включает: контроль заполнения внутренней полости трубы флюсовым сердечником перед волочением; волочение заполненной заготовки до готового диаметра с промежуточным отжигом (отжигами); нанесение на поверхность проволоки медного покрытия толщиной 0,15–0,20 мкм и его опрессовку; 100% контроль заполнения готовой проволоки после опрессовки медного покрытия; перемотку готовой проволоки на потребительские катушки и упаковку.

К преимуществам бесшовной порошковой проволоки по сравнению с вальцованными проволоками, которые имеют негерметичный продольный стык, относят:

- абсолютную защищенность флюсового сердечника от возможного насыщения влагой из атмосферы в процессе хранения или использования даже без упаковки в течение длительного времени;
- отсутствие необходимости повторной прокатки перед использованием;
- возможность омеднения поверхности и улучшения скольжения проволоки по направляющему каналу сварочного оборудования;
- улучшенную подаваемость проволоки, необязательное использование четырехроликовой системы подачи, возможность работы полуавтоматами, предназначенными для проволоки сплошного сечения;
- пониженный износ токоподводящего наконечника и более стабильное горение дуги за счет постоянного надежного контакта движущейся проволоки с наконечником;
- повышенную пластичность и ударную вязкость металла швов за счет низкого содержания диффузионного водорода в наплавленном металле (менее 5 мл/100 г).

Промышленное производство бесшовной проволоки в Украине впервые освоено предприятием «АРКСЭЛ» в Донецке совместно с немецкой фирмой Drahtzug Sticen wire&Welding. Производство бесшовной порошковой проволоки успешно развивается в таких странах, как США, Япония, Франция, ФРГ, Южная Корея, Швеция и др. Необходимо отметить, что реализация технологии изготовления бесшовной проволоки требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат, в связи с чем

стоимость продукции в среднем вдвое выше по сравнению с вальцованной проволокой.

Защита зоны сварки от воздуха или повышение его вредного влияния на сплошность и свойства металла — необходимые условия для получения качественных швов при всех способах сварки плавлением.

При сварке в защитных газах стальных металлоконструкций в промышленно развитых странах предпочтение отдают смесям на основе аргона. Для дуговой сварки плавящимся электродом весьма широко применяют смеси аргона с 8–25% углекислого газа. Менее распространены тройные газовые смеси аргона с углекислым газом (18–20%) и кислородом (3–5%). Смеси, содержащие три и четыре компонента, иногда включают еще один инертный газ — гелий (например, 60% Ar + 30% He + 10% CO₂; 75% Ar + 15% He + 10% CO₂).

Добавка к активному защитному газу гелия способствует повышению жесткости дуги, улучшению проплавления и формы шва, что является результатом возрастания напряжения дуги и увеличения ее энергии.

Сварка стальных металлоконструкций в смесях защитных газов на основе аргона имеет характерные особенности и преимущества по сравнению со сваркой в CO₂:

- значительное (в 3–4 раза) снижение разбрызгивания и набрызгивания (приваривание брызг электродного металла);
- улучшение формирования швов (высота шва заметно ниже, валик имеет плавный переход к основному металлу);
- повышение показателей механических свойств металла, в том числе ударной вязкости при отрицательных температурах;
- улучшение санитарно-гигиенических и экологических характеристик процесса сварки.

В Украине и России в качестве защитной среды в больших объемах еще используют углекислый газ, при этом улучшение характеристик процесса и качества швов в целом достигают за счет применения порошковой проволоки различного состава. По финансовым затратам такая технология сварки сопоставима со сваркой сплошной электродной проволокой в газовых смесях на основе аргона.

При сварке сталей под флюсом применяют плавненные и агломерированные флюсы. В странах Западной Европы в последние десятилетия плавненные флюсы были заменены агломерированными, на долю которых приходится 96% объемов потребления этих

сварочных материалов. Это обусловлено рядом эффективных металлургических возможностей агломерированных флюсов: регулирование кремнийвосстановительного процесса, рафинирование и микролегирование сварочной ванны, минимизация количества водорода в швах, высокая прочность и ударная вязкость сварных соединений. Определелись основные области применения агломерированных флюсов: производство труб большого диаметра для строительства магистральных трубопроводов, судостроение, изготовление мостовых и фермовых конструкций различного назначения.

В последние годы интенсифицировались работы по созданию промышленного производства агломерированных флюсов в Украине и России.

Работы последних лет по совершенствованию технологии изготовления плавящихся флюсов включают снижение вредных примесей и водорода за счет двойного рафинирования флюса и улучшение его сварочно-технологических характеристик, в том числе отделяемости шлаковой корки.

Совершенствование способов и технологии дуговой сварки плавящимся электродом происходит в следующих направлениях:

- комплексный выбор защитной среды (флюса, защитного газа) и состава электродной проволоки для решения конкретной задачи;
- оптимизация тепловложения процесса и формирования швов за счет точного дозирования энергии и управляемого переноса с использованием современных источников питания (импульсно-дуговая сварка, сварка пульсирующей дугой, процессы STT, CMT и др.);
- применение высоконадежных источников питания (в том числе позволяющих оптимизировать вольт-амперные характеристики в зависимости от выбранного режима сварки), систем подачи проволоки и токоподводящих устройств;
- дальнейшая автоматизация традиционного процесса сварки, охватывающая надежное зажигание дуги, заварку кратера, направление электрода по стыку, раскладку валиков и совершенствование других элементов процесса, в т. ч. позволяющих реализовать программно-управляемые технологии сварки различного назначения;
- совершенствование двух-, трех-, четырех- и пятидуговой сварки в защитных газах и под флюсом с целью повышения скорости выполнения швов и их качества.

Дуговая сварка неплавящимся электродом. Сварку вольфрамовым электродом реализуют в инертных газах (аргон, гелий или смеси этих газов).

Технологические характеристики процесса сварки вольфрамовым электродом зависят главным образом от состава, формы и размеров торца последнего, состава инертного газа, рода, полярности и силы сварочного тока, а также ряда других факторов.

Иттрированные вольфрамовые электроды обеспечивают максимальную токовую нагрузку по сравнению с другими типами вольфрамовых электродов. Их применяют для сварки как на переменном, так и на постоянном токе.

Любое отклонение геометрии электрода от оптимальной формы отрицательно влияет на качество шва. Царапины, следы шлифования оказывают большое влияние на проводимость электрода. Поэтому важно обеспечить шлифование электрода строго параллельно его оси. Стабильность качества можно достичь, используя электроды, подготовленные на специальных шлифовальных машинах. Обычно практикуемое ручное затачивание на универсальных шлифовальных кругах не гарантирует положительного результата.

Аргонодуговая сварка постоянным током прямой полярности характеризуется максимальной проплавляющей способностью, и ее применяют для соединения изделий из углеродистых, легированных сталей, меди, никеля, титана и ряда других металлов и сплавов.

Автоматическую сварку на постоянном токе прямой полярности применяют и для соединения алюминиевых сплавов толщиной 15–20 мм. В этом случае процесс сварки, разработанный в ИЭС им. Е.О. Патона, выполняют короткой дугой в гелии с погружением конца вольфрамового электрода внутрь сварочной ванны. К достоинствам технологии гелиевой сварки на постоянном токе относят: высокую проплавляющую способность, в 1,5–2,0 раза больше по сравнению с аргонодуговой, что дает возможность выполнять однопроходную сварку металла большой толщины; в 1,5–2,0 раза меньшее тепловложение, чем при аргонодуговой; уменьшение ЗТВ; возможность выполнять сварку на повышенных скоростях.

Недостатками процесса являются: необходимость выполнять сварку короткой дугой, что требует применения автоматического управления; необходимость тщательной подготовки металла под сварку и сборки соединений с более высокими требова-

ниями, чем при аргонодуговой сварке; удорожание процесса сварки.

Аргонодуговую сварку постоянным током обратной полярности применяют для стыковых соединений алюминиевых сплавов. Однако значительная тепловая нагрузка на вольфрамовый электрод-анод и опасность попадания материала электрода в шов ограничивают мощность дуги и производительность этого процесса. Как правило, сварка ведется на токах силой до 150 А. Сварка переменным током является наиболее распространенной технологией при изготовлении конструкций из алюминиевых и магниевых сплавов. При этом очистка оксидной пленки происходит в полупериод обратной полярности, когда основной металл является катодом.

Для расширения диапазона свариваемых толщин и типов материалов, увеличения производительности сварки вольфрамовым электродом, стабилизации провара и качества шва в целом в последние десятилетия разработаны различные промышленные технологии сварки, такие как сварка пульсирующей дугой с подогревом присадочной проволоки; с использованием активных флюсов и активных газов; с электромагнитным воздействием и др.

Сварка пульсирующей дугой обеспечивает лучшую стабильность проплавления в различных пространственных положениях, меньшую чувствительность к неточностям сборки. Снижение теплового потока в моменты тока паузы позволяет уменьшить перегрев сварного соединения, а следовательно, и деформацию.

Если автоматическую сварку ведут с присадочной проволокой, то ее подачу осуществляют в момент тока импульса; при токе паузы скорость подачи уменьшают или снижают до нуля.

При сварке с подогреваемой присадочной проволокой существенно увеличивается производительность процесса, уменьшается пористость швов. Отличительной особенностью процесса TIG-Hotwire, разработанного фирмой «Фрониус-Факел», является использование отдельных импульсных источников сварочного тока и тока подогрева. Синхронная подача импульсов как от сварочного источника, так и от источника подогрева, способствует повышению качества сварных швов, а также выполнению работ в различных пространственных положениях.

Процесс TIG-Hotwire применяют для сварки углеродистой стали, двухфазных не-

ржавеющих сталей, алюминиевых сплавов, а также износостойкой наплавки стеллита.

В последние годы заметное внимание исследователей и производителей привлекает сварка вольфрамовым электродом в инертном газе по слою флюса (А-TIG-процесс), разработанная в ИЭС. Принципиальной основой этой технологии является введение в зону сварки 0,10–0,01% (от массы расплавленного металла) элементов, имеющих склонность к образованию отрицательных или положительных ионов, что позволяет варьировать в широких пределах значения коэффициента формы шва без изменения режима сварки. Эффекты, характерные для А-TIG сварки, являются следствием контракции дуги при этом процессе.

К достоинствам А-TIG сварки относят: глубокое проплавление и узкие швы; относительно низкую погонную энергию; небольшую протяженность зоны термического влияния; уменьшение остаточных сварочных деформаций; повышение производительности сварки и качества швов; расширение технологических возможностей TIG сварки. А-TIG сварку сталей, титановых, медных и никелевых сплавов осуществляют в аргоне, гелии и их смесях.

Применение внешних электромагнитных воздействий (ЭМВ) на дугу и металл сварочной ванны — один из эффективных способов повышения и стабилизации показателей качества швов при TIG сварке. При сварке в нижнем положении сталей и титановых сплавов аксиальные магнитные поля относительно поверхности сварочной ванны используют для управления ее гидродинамикой, что позволяет воздействовать на процесс кристаллизации швов и благодаря этому повышать их стойкость против образования и развития горячих трещин, снижать пористость и улучшать пластичность.

Аксиальные магнитные поля в сочетании с дополнительным пропуском тока по сварочной ванне применяют для улучшения формирования горизонтальных швов на вертикальной плоскости (способ ЕСМР). Этот способ применяют для горизонтальной кольцевой сварки крупногабаритных конструкций из нержавеющей стали.

Управляющее магнитное поле используют и при TIG сварке титановых сплавов в узкий зазор.

При сварке с ЭМВ алюминиевых сплавов снижается содержание оксидных включений в объеме шва, измельчается структура и повышается производительность. ● #1178

Электрошлаковая наплавка электродными лентами

И.А. Рябцев, д-р техн. наук, Институт электросварки им.Е.О.Патона НАН Украины

Электрошлаковая наплавка одной или двумя электродными лентами (ЭШНЛ) при горизонтальном расположении наплавляемых поверхностей и свободном формировании наплавляемого металла была разработана в 1970-х годах. В СССР этот процесс интенсивно развивался в 1970–80 годы. Разработками в этой области занимались ИЭС им.Е.О. Патона, ЦНИИТМАШ, ПО «Ижорский завод», ПО «Атоммаш» и др. В настоящее время в связи с развитием нефтехимической промышленности и ядерной энергетики применение этого способа должно получить дальнейшее развитие.

Основные преимущества ЭШНЛ — высокая производительность (20–25 кг/ч для одной ленты размерами 60×0,5 мм и 40–45 кг/ч для двух лент размерами 60×0,5 мм) при малом проплавлении основного металла (5–10%). Таким образом, уже в первом слое можно получить необходимые химический состав и свойства наплавленного металла.

Схема процесса ЭШНЛ показана на рис. 1. При наплавке одной лентой (рис. 1, а) флюс подают только с одной стороны — перед лентой в направлении наплавки. Процесс, начинающийся как дуговой, быстро переходит в электрошлаковый. За лентой остаются сварочная ванна, которая защищена слоем расплавленного шлака, и закристаллизовавшийся наплавленный металл, покрытый шлаковой коркой. При электрошлаковой наплавке двумя лентами флюс подают с двух сторон, а сами ленты поступают в шлаковую ванну с определенным зазором

(рис. 1, б). Наплавку можно выполнять на высоких плотностях тока, однако при наплавке относительно тонких слоев (менее 4 мм) нижний предел плотности тока ограничивают 30 А/мм². Оптимальная скорость электрошлаковой наплавки двумя лентами 10–12 м/ч, при этом глубина проплавления возрастает с повышением скорости наплавки.

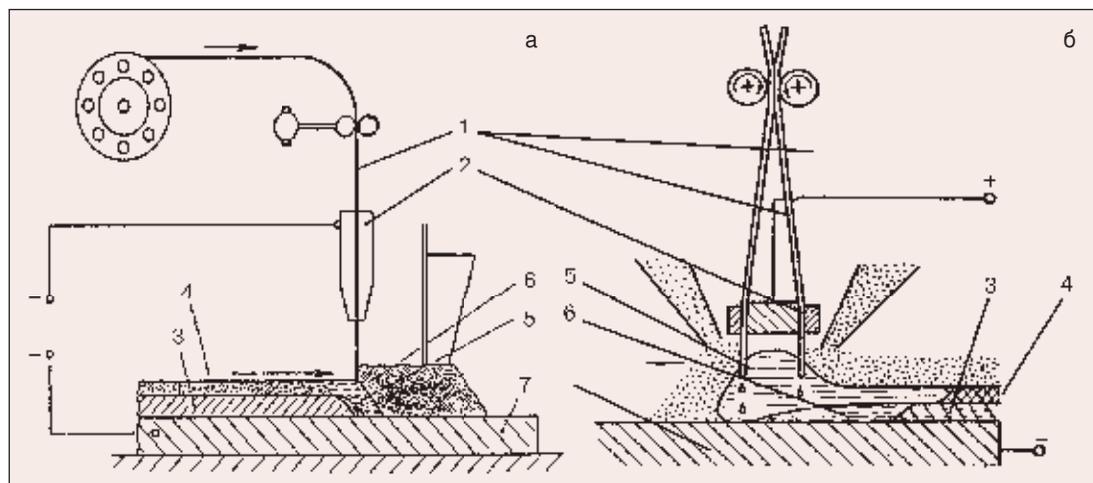
Валик, наплавленный ЭШНЛ, и его макрошлиф показаны на рис. 2.

Для ЭШНЛ используют серийные тяжелые наплавочные автоматы АД-231, А-874, оснащенные мундштуками для подачи одной или двух лент различной ширины (рис. 3). Наплавку ведут на постоянном токе, в качестве источников питания используют выпрямители ВДУ-1202 или ВДУ-1602. Мундштуки для подачи лент различной ширины разработаны в ИЭС им. Е.О. Патона.

В зависимости от назначения наплавляемых деталей в качестве электродных материалов используют стандартные нержавеющие холоднокатаные ленты Св-03Х22Н11Б, Св-07Х25Н13, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-04Х19Н11М3 или другие аналогичного назначения, а также холоднокатаные ленты на никелевой основе типа Нп-ХН72ГБТ. Специально для ЭШНЛ в ИЭС им. Е.О. Патона были разработаны спеченные ленты ЛС-02Х20Н11Г2Б и ЛС-07Х23Н11Г.

Учитывая специфику процесса, для электрошлаковой наплавки лентами были раз-

Рис. 1. Схема выполнения электрошлаковой наплавки одной (а) и двумя (б) электродными лентами: 1 — электродная лента; 2 — токоподвод; 3 — наплавленный металл; 4 — затвердевший шлак; 5 — жидкий металл; 6 — флюс; 7 — основной металл



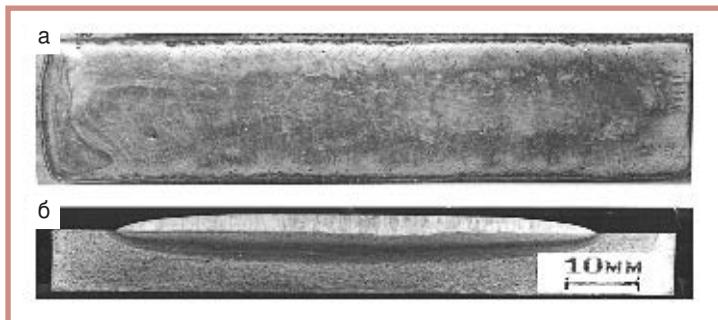


Рис. 2. Внешний вид валика (а), наплавленного ЭШНЛ, и его макрошлиф (б)

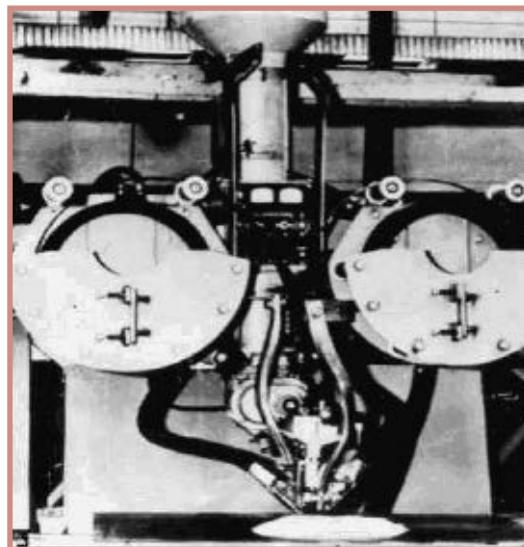


Рис. 3. Наплавочный автомат А-874, оснащенный мундштуком для ЭШНЛ

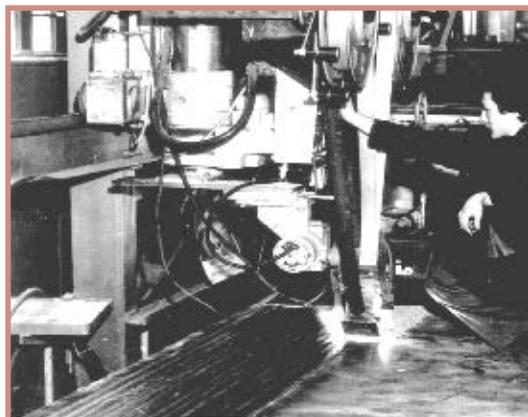


Рис. 4. Электрошлаковая наплавка листа двумя лентами Св-08Х19Н10Г2Б с использованием тяжелого наплавочного автомата АД-231

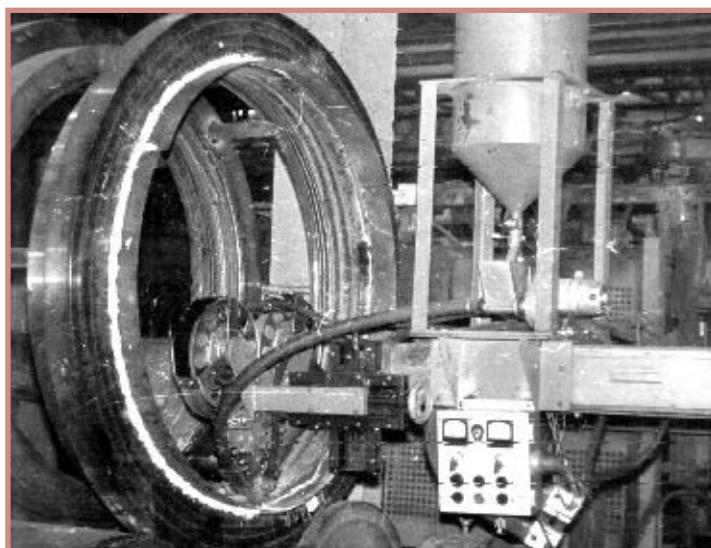
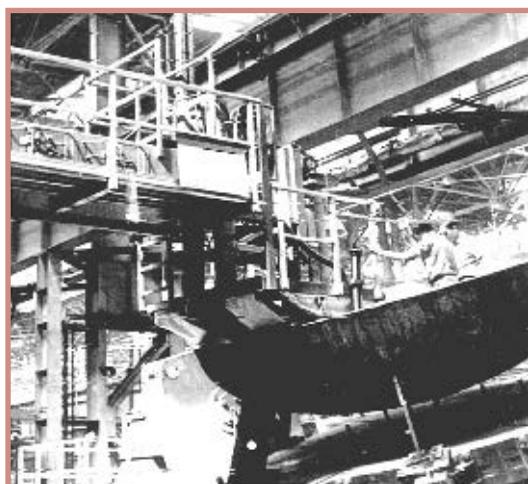


Рис. 5. Электрошлаковая наплавка лентами дна сосуда высокого давления с использованием специализированной установки

Рис. 6. Электрошлаковая наплавка фланца двумя лентами Св-08Х19Н10Г2Б с использованием установки АШ-100 конструкции ИЭС им. Е.О. Патона на ПО «Волгоградхиммаш»



работаны флюсы АН-72, АН-90, 48-ОФ-6, 48-ОФ-10, обладающие повышенной электропроводностью в расплавленном состоянии. В качестве основного металла используют конструкционные стали 22К, 10ГН2МФА, 15Х2МФА, 15Х2НМФА, которые применяют в нефтехимической промышленности и атомной энергетике.

При электрошлаковой наплавке лентой шириной более 80 мм проявляется отрицательное влияние магнитного дутья, ухудшающего качество зоны сплавления и формирование наплавленного металла. Наиболее

сильно отрицательное воздействие магнитного дутья проявляется при несимметричном подводе тока к изделию и мундштуку. Для борьбы с этим явлением разработаны методы магнитного управления процессом наплавки лентами шириной 120 мм и более.

С использованием ЭШНЛ наплавляют коррозионностойкие биметаллические листы толщиной 12–30 мм; слябы для последующей прокатки в биметаллические листы; корпусные детали и узлы для атомного и химического машиностроения и т.д. (рис. 4–6).

● #1179

Лазерная сварка нахлесточных соединений низкоуглеродистых сталей прорезными швами

В.Ю. Хаскин, д-р техн. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Лазерная сварка обладает уникальными преимуществами. В связи с этим в последнее время в мировой практике получили распространение конструкции, специально адаптированные для этого процесса. Примером могут служить так называемые сотовые панели, применяемые в судостроении.

Идея их производства зародилась еще в начале 1990-х годов, когда применение лазерной сварки позволило внедрить новый тип заготовок и самих сварных конструкций. Это так называемые сотовые панели, представляющие собой послойный набор ровных (скин-пластин) и зигованных лис-

тов (стрингеров). Стрингеры сваривают через скин-пластины прорезными швами. Специалисты немецких верфей Meyer Werft (Папенбург) и Neptun Werft (Росток), на которых используют эту технологию, утверждают, что такая замкнутая конструкция могла быть создана только при использовании лучевого процесса сварки, подобного сварке лазерным излучением. С тех пор в этой области велись исследования, позволившие сделать ряд промышленных внедрений. Так, например, из сотовых панелей типа Lascor (рис. 1) была сварена платформа для добычи нефти из морских скважин. Основной тип соединений при изготовлении сотовых панелей — нахлесточные.

С целью разработки передовых сварочных технологий авторы провели эксперименты по лазерной сварке нахлесточных соединений прорезными швами со сквозным проплавлением, а также изготовлены фрагменты сотовых панелей. Материал соединяемых горячекатаных листовых образцов — низко- и среднеуглеродистые стали (например, СтЗпс, СтЗкп, стали 09Г2СФ и 10ХСНД). Их толщина составляла 3 и 5 мм. Для улучшения качества сварных швов окалину на свариваемых поверхностях предварительно зачищали на 15–20 мм в обе стороны от оси предполагаемого шва. В ходе экспериментов использовали CO₂-лазер TR-100 (фирма Rofyn Sympa, Германия) мощностью до 10 кВт и трехкоординатный манипулятор собственного изготовления с рабочим полем X:Y:Z=3000:1800:100 мм. Мощность падающего на свариваемый образец излучения изменялась в пределах 3–5 кВт, скорость сварки — в пределах 30–60 м/ч.

При лазерной сварке в защитном газе (CO₂ или смеси 82%Ar+18%CO₂) без использования специальных приемов наблюдались такие дефекты при формировании швов, как подрезы в верхней части шва и образование «гребня», т. е. высокого узкого усиления. Кроме того, в середине шва и в

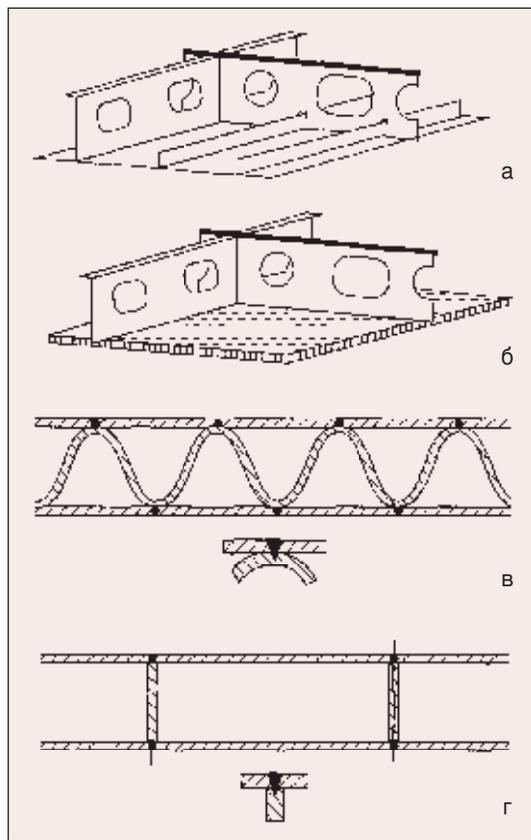


Рис. 1. Варианты изготовления судовых панелей: а — конструкция обычного типа; б — конструкция типа «сэндвич», выполненная лазерной сваркой; в — конструкция типа Lascor; г — конструкция типа Meyer-Werft

местах, соответствующих полосам проката свариваемых листов, образовывались поры (рис. 2). Для устранения этих дефектов использовали присадочную проволоку, а также предварительно наносили флюсы, которые выбирали таким образом, чтобы модифицировать термический цикл лазерной сварки, оставив скорость нагрева без изменений, а скорость охлаждения снизить. Это позволило улучшить формирование верхнего валика и снизить склонность к образованию внутренних пор.

На рис. 3 показан макрошлиф нахлесточного соединения, выполненного лазерной сваркой с присадочной проволокой Св-08Г2С диаметром 0,8 мм. Выбранная проволока легировала сварочную ванну, раскисляла ее за счет наличия марганца и улучшала геометрию соединения за счет присутствия кремния. Проволоку подавали со скоростями, в 3–5 раз превышавшими скорость сварки. При сварке с применением флюсов их сначала наносили тонкими слоями (порядка 1 мм), поскольку улучшение поглощения лазерного излучения насыпными флюсами может повысить глубину проплавления. Применение некоторых из них (например, АН-348, рутил) действительно увеличивало глубину проплавления в 1,5–2 раза, однако приводило к образованию пор и свищей. Лучшие результаты показало предварительное нанесение флюса тонким слоем (порядка 0,5 мм) путем покраски зоны проплавления на ширину, в 3–5 раз превышавшую ширину шва. Для того чтобы флюс надежно удерживался на поверхности металла, в него добавляли клеевое связующее. После экспериментов с широкой гаммой флюсов окончательно был выбран оксид титана TiO_2 . Как показали эксперименты, одновременное применение сварочной проволоки и предварительно нанесенного флюса позволило не только добиться приемлемой геометрии сварных швов, но и устранить образование в них внутренних пор.

В обоих случаях (см. рис. 2 и 3) зона термического влияния носила четко выраженный ступенчатый характер: перегрев верхнего листа был несколько большим, чем перегрев нижнего. Несмотря на это, за счет высокой интенсивности теплового источника и сравнительно высоких скоростей процесса деформации и коробления свариваемых образцов практически отсутствовали.

Установлено, что при сварке нахлесточного соединения из листов толщиной 3 мм скорость подачи присадочной проволоки

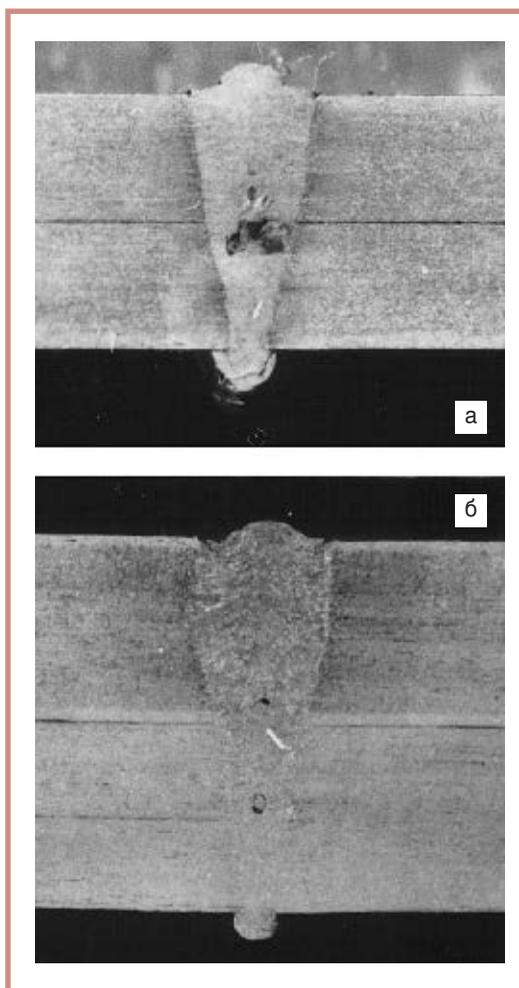


Рис. 2. Поперечное сечение прорезного шва, выполненного лазерной сваркой (сталь Ст3кп): а — толщина листа 3 мм; б — толщина листа 5 мм

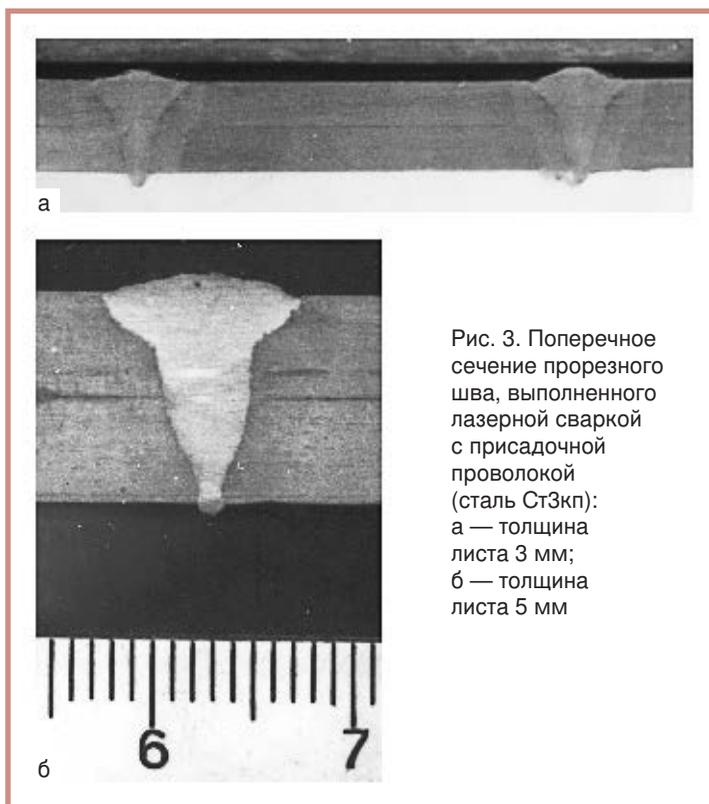


Рис. 3. Поперечное сечение прорезного шва, выполненного лазерной сваркой с присадочной проволокой (сталь Ст3кп): а — толщина листа 3 мм; б — толщина листа 5 мм



Рис. 4. Фрагмент сотовой панели, выполненной из листовой стали СтЗкп толщиной 5 мм

должна превышать скорость сварки примерно в 2–3 раза, а при сварке соединения из листов толщиной 5 мм — в 4–5 раз. При этом для переплава присадочной проволоки требуется повышение мощности лазерного излучения на 15–30%. Использование выбранного флюса, наносимого методом покраски, незначительно увеличивало глубину и ширину швов, при этом положительно влияло на улучшение их формирования и устранение дефектов типа внутренних и внешних пор.

Перед проведением лазерной сварки соединяемые детали необходимо тщательно подгонять и прижимать друг к другу. При-

жим может осуществляться как предварительно, вдоль всего будущего шва (за счет использования прижимной оснастки), так и локально в зоне сварки (например, путем использования катящегося прижимного ролика).

Таким образом, была разработана принципиальная технология лазерной сварки сотовых панелей с использованием дополнительных технологических приемов (нанесения флюсов, применения присадочной проволоки). Это позволило полностью устранить такие дефекты формирования швов, как подрезы, завышения и занижения верхнего валика, снизить склонность к образованию внутренних и внешних пор. Выполненный по этой технологии фрагмент сотовой панели показан на рис. 4.

Дальнейшие исследования показали, что перспективное развитие этой технологии возможно при применении гибрида лазерной сварки и сварки плавящимся электродом в защитной газовой среде. Такое совмещение двух сварочных процессов позволяет устранить потери мощности лазерного излучения на нагрев присадочной проволоки, дает дополнительное энерговложение, делает возможной оптимизацию совместного термического цикла для получения прочности и пластичности металла шва и ЗТВ, наиболее близких к аналогичным показателям основного металла. ● #1180



Российские ученые разработали модификатор, в разы увеличивающий прочность металлов

Ученые национального исследовательского Иркутского государственного технического университета (НИ ИрГТУ) получили наномодификатор — вещество, позволяющее в разы увеличить прочность металлов и полимеров, сообщил РИА Новости представитель физико-технического института ИрГТУ Александр Иванов.

Модификатор представляет собой углеродные нанотрубки из угольной пены — отходов алюминиевой промышленности. По сравнению с существующими добавками модификатор ИрГТУ дает металлу большую прочность; его себестоимость почти в десять раз меньше стоимости существующих аналогов.

«На вспомогательном производственном предприятии Кандалакшского алюминиевого завода была проведена опытная выплавка чугуна. В данном проекте стандартный металлургический графит заменялся модификатором. Исследования показали, что металл с модификатором на 30% прочнее стандартного», — сказал А.Иванов.

По оценкам ИрГТУ, инвестиции в такой проект могут составить 300 миллионов рублей. Потенциальным заказчиком модификатора может стать ОК «Русал», работающая с ИрГТУ в рамках проекта.

www.metal.do.am



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

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

www.vistec.com.ua



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

- ♦ Лазерные комплексы
- ♦ Плазменные комплексы
- ♦ Газорезущее оборудование
- ♦ Торговые марки машин —
«Комета М»,
«Метеор»,
«АСШ-70»,
«Радуга»



Оборудование для термической обработки из Эссена

Уже 10 лет Ваш надежный партнер на рынке Украины

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.

Портативні машини з ЧПУ для термічного різання моделі ZZ



Установки плазменного різання LGK IGBT



LGK-40 IGBT
LGK-63 IGBT

LGK-100 IGBT
LGK-160 IGBT
LGK-200 IGBT

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ

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

www.migateh.com.ua

Промышленное применение упрочняющей обработки деталей машин и механизмов методом ионного азотирования

М.Н. Босяков, канд. физ.-мат. наук, **Д.В. Жук**, СП «Авиценна Интернешнл» ООО,
О.И. Назарова, И.Л. Поболь, д-р техн. наук, Физико-технический институт НАН Беларуси (Минск)

В настоящее время в промышленно развитых странах мира происходит переход от традиционных высокотемпературных видов химико-термической обработки, таких как цементация и нитроцементация, к процессам азотирования. Контактная усталостная прочность нагруженных сталей, подвергнутых азотированию, выше, чем после поверхностной ТВЧ-закалки, а износостойкость азотированного слоя в 2–4 раза выше, чем износостойкость цементованного.

Новые разработки в области ионно-плазменного азотирования (ИПА) позволяют избавиться от таких недостатков газового азотирования, как большая длительность и трудоемкость процесса, повышенная хрупкость слоя, недостаточная контакт-

ная выносливость упрочненного материала, нестабильность получаемых результатов. Пионером практического применения этого метода химико-термической обработки стала немецкая фирма Klockner-Ionon в 1960-е годы. Тогда же начались лабораторные исследования ИПА в МВТУ им. Н.Э. Баумана и МАДИ. Первая опытно-промышленная установка для ионного азотирования деталей авиационных двигателей в России была создана на ФГУП ММПП «Салют».

Ионно-плазменное (или ионное) азотирование — это химико-термическая обработка деталей машин, инструмента, штамповой и литейной оснастки, обеспечивающая диффузионное насыщение поверхностного слоя сталей, чугуна, сплавов титана, никеля, алюминия и других металлов азотом (или азотом и углеродом) при давлении 130–600 Па.

Принцип действия ИПА заключается в том, что в разреженной азотсодержащей газовой среде между катодом (деталью) и анодом (стенками вакуумной камеры) возбуждается аномальный тлеющий разряд (рис. 1). Он образует активную среду (ионы и атомы азота), обеспечивающую формирование в поверхностном слое металла азотированного слоя, состоящего из внешней нитридной зоны и располагающейся под ней диффузионной зоны.

Технологическими факторами, влияющими на эффективность ИПА, являются температура процесса, продолжительность насыщения, давление, состав и расход рабочей газовой смеси, а также плотность тока разряда. Однако разряд должен быть аномальным, т. е. вся поверхность обрабатываемых изделий должна быть покрыта свечением, а плотность разрядного тока должна быть больше нормальной плотности для данного давления с учетом эффекта нагрева газа в катодной области разряда.

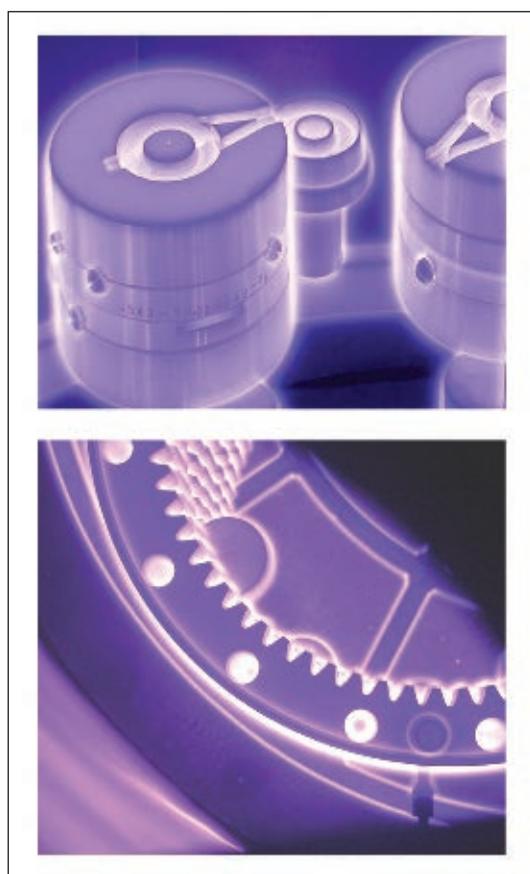


Рис. 1.
Азотирование литейных форм из стали 4Х5МФС и шестерен из стали 40Х

Температура изделия, площадь садки, участвующей в теплообмене, и эффективность теплообмена со стенкой (количество экранов, степень их черноты или температура «горячей» стенки) определяют мощность, необходимую для поддержания разряда и обеспечивающую нужную температуру изделий как на стадии разогрева, так и на стадии выдержки, когда температура изделия должна быть постоянной в течение длительного времени.

Температурный диапазон ИПА при упрочнении сталей и чугунов шире, чем при газовом азотировании и находится в пределах 350–600°C. Варьируя состав газа, давление, температуру и время выдержки, можно получать слои заданной глубины с требуемыми структурой и фазовым составом.

Процессы азотирования, в том числе ионного, исследуются в разных странах мира на протяжении нескольких десятилетий, однако общепризнанный механизм процесса пока отсутствует. Полагают, что за процесс ионного азотирования ответственны ионы атомарного азота. Они имеют меньшие размеры, легче сорбируются поверхностью материала, взаимодействуют с ним и диффундируют по междоузлиям. При образовании твердого раствора постепенно формируется диффузионная зона. Нейтральные атомы являются источником ионов.

В соответствии с другой точкой зрения, в формировании азотированного слоя определяющую роль играет атомарный азот, который образуется на поверхности обрабатываемого изделия вследствие диссоциативной рекомбинации молекулярного иона азота. В дальнейшем вследствие хемосорбции атомы азота вступают в реакцию с металлом и образуют нитрид железа (или нитриды легирующего элемента) либо диффундируют в глубь металла. Последовательность формирования фаз в сталях и чугунах при ИПА следующая: $\alpha \rightarrow \gamma (\text{Fe}_4\text{N}) \rightarrow \epsilon (\text{Fe}_{2-3}\text{N})$.

Регулирование строения азотированного слоя при ИПА достигается изменением плотности потока азота в разряде. Если его поддерживать на уровне растворимости азота в той или иной фазе (α , γ), то можно получать азотированный слой, состоящий только из α -твердого раствора, либо слой, состоящий из γ -нитридного слоя и диффузионного подслоя.

Параметр, характеризующий интенсивность процесса ионного азотирования, — плотность потока диффундирующего в сталь азота, которая является функцией па-

раметров разряда (плотности тока и напряжения) и заданного расхода азота и может изменяться в ходе процесса по любому алгоритму в зависимости от марки стали и требований к азотированному слою. Для каждой марки стали существует определенный диапазон значений плотности потока азота, обеспечивающий предельную концентрацию азота в α -твердом растворе. При этом на поверхности не образуется нитридный γ -слой, замедляющий диффузию азота в глубь металла. Получение на поверхности стали предельной (по растворимости) концентрации азота C_{α}^{N} обеспечивает ускоренный рост зоны внутреннего азотирования.

Однако в зависимости от температуры процесса и массы загруженных в камеру изделий (точнее, суммарной площади их поверхности) заданной плотности потока азота соответствует определенное время, в течение которого азот эффективно поглощается поверхностью деталей без образования белого слоя.

Оптимизация свойств упрочняемой поверхности обеспечивается за счет необходимого сочетания нитридного и диффузионного слоев, формирующихся на обрабатываемых деталях. В зависимости от химического состава стали и условий азотирования нитридный слой является либо γ -фазой (Fe_4N), либо ϵ -фазой (Fe_{2-3}N), причем γ -нитридный слой износостойкий и относительно пластичный, а ϵ -слой — коррозионно-стойкий.

При этом в зависимости от целей обработки в результате ИПА возможно получение как диффузионного слоя с развитой нитридной зоной, обеспечивающей высокую сопротивляемость коррозии и прирабатываемость трущихся поверхностей (для деталей, работающих на износ), так и диффузионного слоя без нитридной зоны (для режущего и штампового инструмента и деталей, работающих при знакопеременных нагрузках в условиях изнашивания при высоких давлениях).

Выбор марки стали для изготовления той или иной детали с использованием ИПА определяется уровнем требуемой конструкционной прочности, технологичностью механической и термической обработки, объемом производства, дефицитностью и стоимостью материала. Ионно-плазменному азотированию можно подвергать детали из самых разных марок сталей, а количество поглощенного азота, тип и количество выделившихся нитридов определяют степень

повышения твердости стали при азотировании. Перепад твердости от поверхности к сердцевине детали тем резче, чем выше в стали содержание нитридообразующих легирующих элементов (Ti, Al, Cr, V, Mo, Si), причем некоторые элементы (Ti, Cr, W, V, Mo) увеличивают растворимость азота в α -твердом растворе $C_{\alpha-Fe}^{лег}$, а Ni и Si — снижают ее (Al не изменяет растворимость).

При выборе марки стали для изготовления изделий, которые будут упрочняться методом ИПА, необходимо иметь в виду следующее:

- за сопротивление износу и коррозии отвечает в первую очередь нитридный слой — его глубина и строение (т.е. процентное содержание азота в слое);
- сопротивление механическим нагрузкам (статическим, изгибающим, знакопеременным, ударным и др.) определяется структурой зоны внутреннего азотирования, т.е. диффузионным слоем и твердостью сердцевины изделия, задаваемой предварительной термообработкой;
- близкая к линейной зависимость износостойкости от твердости азотированного слоя полностью соблюдается только при абразивном износе, поэтому для снижения износа необходимо использовать сталь, обеспечивающую получение максимальной твердости слоя (например, сталь 38Х2МЮА упрочняется до 1000–1100 НВ);
- для деталей, работающих в условиях трения скольжения или качения при наличии смазки, оптимальный диапазон твердости азотированного слоя обеспечивают низко-, средне- и высоколегированные конструкционные стали.

При азотировании деталей из легированных конструкционных сталей (цементуемых, улучшаемых и азотируемых) необходимо учитывать, что твердость поверхности и глубина азотированного слоя определяются предшествующей термообработкой — длительностью и температурой нормализации, температурой закалки, температурой и длительностью отпуска, а также содержанием легирующих элементов в стали и режимом азотирования (время, температура, активность насыщающей атмосферы).

При азотировании деталей из цементуемых сталей (если твердость сердцевины не сказывается на работоспособности детали) их предварительная нормализация обеспечивает при азотировании минимальное коробление.

Детали из углеродистых конструкционных и автоматных сталей предпочтительно азотировать с добавкой углеродсодержащего газа в нормализованном состоянии. Главная задача обработки — получение поверхностного нитридного (ϵ , $\epsilon+\gamma$)-слоя для улучшения износостойкости и антифрикционных свойств, а также коррозионной стойкости. Наиболее предпочтительная температура при обработке этих сталей 570°C.

Предварительная подготовка изделия перед ИПА. Для обеспечения серийной устойчивости технологического процесса ИПА в условиях крупносерийного производства необходимо соблюдать определенные требования к предварительной термообработке изделий, выбору марки стали (или чугуна), подготовке поверхности изделий перед азотированием.

Детали перед ИПА должны быть нормализованы или улучшены (в поковках, если речь идет о шестернях или вал-шестернях), в ряде случаев они могут быть в состоянии поставки, т.е. без предварительной термической обработки. Вид предварительной термообработки зависит от нагрузки на азотированный слой и типа нагрузки на изделие.

Если уровень свойств сердцевины стали по отношению к свойствам азотированного слоя имеет значение для обеспечения работоспособности деталей, то для их изготовления следует использовать азотируемые стали с предварительным улучшением. Так, например, при обработке шестерен из конструкционных сталей поковки улучшаются, как правило, на твердость 241–285 НВ, в некоторых случаях (шестерни с большим модулем зуба) — от 269 до 302 НВ. При этом температура отпуска при улучшении должна быть не менее чем на 20–30°C выше температуры азотирования, чтобы исключить влияние фазовых превращений и устранить деформацию изделий при последующем азотировании.

Температуру азотирования назначают исходя из требований конструкторской документации к глубине и твердости слоя, а также из экономических соображений, так как повышенная температура требует большего расхода электроэнергии на формирование разряда.

В процессе насыщения стали азотом имеет место изменение размеров деталей (так называемое «припухание»), поэтому детали, поступающие на азотирование, должны быть окончательно обработаны согласно техническим требованиям чертежа с учетом увеличения размеров при азотировании

Таблица. Химический состав стали 38Х2МЮА (ГОСТ 4543-71), мас. %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Al	Cu
0,35–0,42	0,2–0,45	0,3–0,6	До 0,3	До 0,025	До 0,025	1,35–1,65	0,15–0,25	0,7–1,1	До 0,3

на уровне 4–6% от глубины упрочненного слоя, которая для конструкционных сталей составляет 0,3–0,5 мм.

Азотирование стали 38Х2МЮА. В качестве примера приведены некоторые результаты исследования процесса азотирования конструкционной стали 38Х2МЮА (таблица). Термическая обработка образца перед ИПА – улучшение. Азотирование проводили на установке AP-100-1150/1400, имеющей камеру колпакового типа (диаметр загрузки 1150 мм, высота загрузки 1450 мм) при температуре 530°C в течение 15 ч. Среднее значение твердости упрочненной поверхности составило 89 HR15N (исходное значение – 69 HR15N), глубина азотированного слоя около 0,35 мм.

Микрорентгеноспектральный и энергодисперсионный анализ проводили на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-4800 с приставкой XFlash Detector 5030 Bruker для EDX анализа.

При ИПА на поверхности стали 38Х2МЮА формируется азотированный слой (рис. 2), состоящий из поверхностной зоны нитридов (ϵ -фазы, γ' -фазы и диффузионного подслоя из азотистого твердого раствора нитрида железа (γ -фаза). Диффузионный подслой по сравнению с нитридной зоной сильнее поддается травлению и выглядит темным. Это связано с выделением нитридов железа как по границам зерен, так и в центре зерна. Из-за малого содержания легирующих элементов в стали их нитриды не обнаруживаются.

Микрорентгеноспектральный анализ распределения химических элементов по глубине азотированного слоя (рис. 3) показал, что по мере удаления от поверхности образца содержание азота в стали уменьшается, а химический состав приближается к химическому составу исходной стали. Содержание алюминия при продвижении в глубь образца также понижается, что может быть связано с диффузией алюминия в поверхностные слои стали в процессе ИПА.

На рис. 4 показано распределение микротвердости по глубине азотированного слоя. Как видно, благодаря большой глубине слоя с высокой твердостью изделия из стали 38Х2МЮА могут характеризоваться высоким ресурсом на изнашивание.



Рис. 2. Микроструктура стали 38Х2МЮА, подвергнутой ИПА, $\times 100$

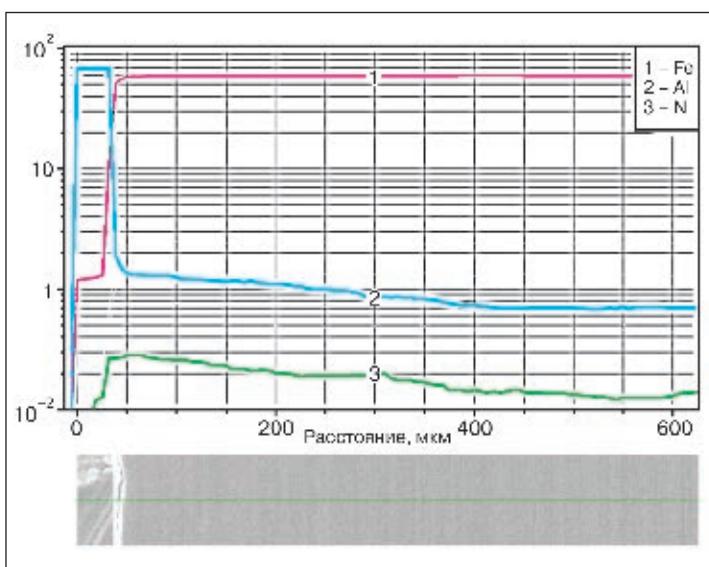


Рис. 3. Распределение Fe, Al и N в стали 38Х2МЮА, подвергнутой ИПА, на различном расстоянии от поверхности

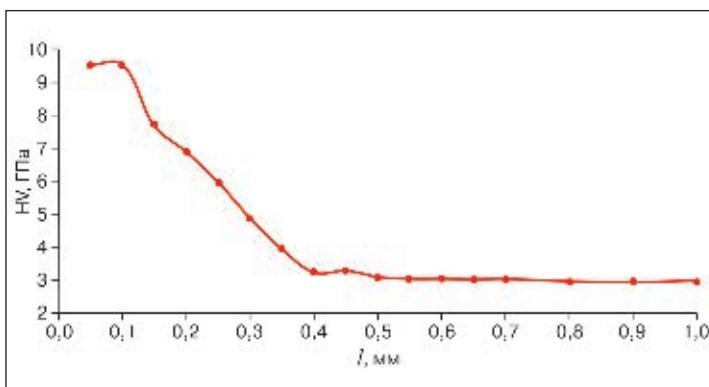


Рис. 4. Распределение микротвердости по глубине азотированного слоя стали 38Х2МЮА

Азотированию можно подвергать как детали и инструменты, имеющие габаритные размеры в несколько миллиметров, так и изделия длиной до 14 м и массой до 26 т, которые применяют во многих отраслях промышленности:

- цилиндры, плунжеры, валы, оси, прецизионные винты, шпиндели, пиноли и направляющие в станкостроении и нефтехимическом машиностроении;
- экструзионные шнеки, цилиндры, матрицы, пресс-формы и другие детали машин для переработки пластмасс и получения алюминиевого профиля;
- различные виды зубчатых колес общего машиностроения и автомобильной индустрии;
- ковочные штампы и пресс-формы для литья металлов и сплавов под давлением;
- режущие инструменты (фрезы, долбяки, сверла и т.п.);
- ответственные прецизионные детали авиадвигателей из титановых сплавов;
- клапанные и тарельчатые пружины.

В течение многих лет ИПА с успехом применяют ведущие авто-, трактор- и моторостроительные предприятия мира: Atlas, Audi, Chrysler, Caterpillar, Ford Motor, General Motors, Handle, John Deere, Mercedes, Volkswagen, Voith, Volvo, Wabco и др.

В частности, данным методом обрабатывают следующие изделия:

- форсунки для легковых автомобилей, несущие пластины автоматического привода, матрицы, пуансоны, штампы, пресс-формы (Mercedes, Chrysler);
- пружины для системы впрыска (Opel, Германия);
- коленчатые валы (Audi, Германия);
- распределительные (кулачковые) валы (Volkswagen, Германия);
- коленчатые валы для компрессора (Atlas, США и Wabco, Германия);
- шестерни для BMW (Handle, Германия);
- автобусные шестерни (Voith, Германия);
- впускные и выпускные клапаны (ОАО ВАЗ);
- внутренние поверхности (диаметром от 32 до 65 мм) цилиндров длиной до 5000 мм для скважинных насосов («Ижнефтемаш», Ижевск, ПКНМ, Пермь);
- прессовый инструмент в производстве алюминиевых изделий (Scandex, Германия) и др.

Мировой опыт использования ИПА показывает, что его можно применять для упрочняющей обработки непереключаемых зубча-

тых колес с максимальным напряжением изгиба у основания зуба 400–550 МПа, при этом ресурс работы упрочненной поверхности в 2–5 раз выше по сравнению с ресурсом поверхностно закаленной. Следует иметь в виду, что при обработке зубчатых колес методом ТВЧ-закалки в поверхностном слое возникают интенсивные тепловые поверхностные напряжения, приводящие к образованию микротрещин, которые выявляются при эксплуатации и приводят к разрушению зуба.

Оборудование для ИПА в постсоветских странах. Оборудование для ИПА изготавливают фирмы ELTRO, IPSEN, PlaTeG (Германия), RUBIG (Австрия) и др. Установки производства некоторых перечисленных фирм, а также Ionitech (Болгария) и ВНИИЭТО (Россия) эксплуатируют на ряде предприятий России, Украины и Казахстана.

В Беларуси технологию ИПА применяют на таких крупных машиностроительных предприятиях, как МАЗ, БелАЗ, «Гомсельмаш», Минский завод колесных тягачей (МЗКТ). Наиболее успешно используют технологию ионного азотирования на МЗКТ (установка модели AP-63-950/1800 производства СП «Авиценна Интернешнл») и на заводе самоходных комбайнов ПО «Гомсельмаш» (две установки модели AP-63-950/1250 и AP-63-950/2200 того же производителя). Эти установки имеют широкий спектр технологических программ, позволяющих обрабатывать практически всю номенклатуру деталей, подлежащих азотированию, из разных марок сталей и чугунов. В качестве рабочей газовой среды используют смеси газов — азот, аргон и водород в различной пропорции (в зависимости от марки стали, загрузки камеры и температуры процесса), причем водород получают автономно — путем электролиза воды.

На белорусских предприятиях накоплен значительный опыт по упрочнению большой номенклатуры изделий из различных марок сталей: цементуемых, низко- и среднелегированных (18ХГТ, 20ХН3А, 20ХГНМ, 25ХГТ, 35, 40Х, 40ХН, 40ХФА и др.), улучшаемых (40Х, 40ХН, 40ХФА, 40ХН2МА, 40ХМФА, 30Х2НМ, 38ХМ, 38ХН3МФА, 38Х2Н2МФА и др.), азотируемых (38ХМЮА, 38Х2МЮА, 30Х3МФ и др.). Глубина азотированного слоя на деталях составляет 0,3–0,5 мм при твердости 500–800 НВ (в зависимости от марки стали). При необходимости может быть получен слой 0,6–0,8 мм с тонкой нитридной зоной. На изделиях из



Рис. 5. Валы, терки из листовой стали и шестерни после ИПА

стали 18ХГТ (валы, шестерни) после ИПА глубина упрочненного слоя составляет 0,4–0,45 мм при твердости поверхности 670–750 HV_{0,5}; из стали 40Х (шестерни, валы) — 0,37–0,4 мм при твердости 590–640 HV_{0,5}; из стали 38Х2МЮА (шестерни) — до 0,4 мм при твердости поверхности 870–950 HV_{0,5}. Детали из листовой стали (25ХГСА и 30ХГСА) после обработки имеют глубину упрочненного слоя более 0,4 мм при средней твердости поверхности 650–700 HV_{0,5}. Примеры некоторых обработанных изделий приведены на рис. 5.

Технологию ИПА используют на производстве вместо цементации и нитроцементации (шестерни и валы), ТВЧ-закалки (валы, цилиндры) и объемной закалки (детали из листовой стали). Ее также можно использовать взамен газового азотирования и нитрирования (т. е. азотирования в смеси аммиака и природного газа при повышенных температурах).

После азотирования поверхность деталей имеет серебристый цвет. Детали, прежде всего шестерни, прошедшие упрочнение методом ИПА, не требуют последующей обработки (например, после цементации проводится шлифовка, а после ТВЧ-закалки — рихтовка). Не подвергаются после азотирования шлифовке также и валы, так как их изготавливают с окончательным размером, который несущественно (на несколько микрометров) изменяется в сторону увеличения после азотирования.

Детали из листовой стали после механической обработки и перед азотированием подвергаются дробеструйной обработке для удаления оксидного слоя и затем отмывают в подогретом водном растворе моющего средства с наложением ультразвука. Геометрические размеры этих деталей после азотирования не изменяются (температура обработки 520°С), что в значительной мере облегчает сборочные операции. ● #1181



Мировой рынок стали: 15–22 сентября 2011 г.

Обстановка на мировом рынке остается сложной и неопределенной. Эксперты прогнозируют замедление темпов экономического роста в 2012 г., причем наиболее проблемными зонами оказываются Евросоюз и США.

Конструкционная сталь. На ближневосточном рынке арматуры сохраняется равновесие. Турецкие компании предлагают ее по \$730–740 за 1 т FOB и пока не снижают цены. В сентябре начался подъем на турецком рынке длинномерного проката, что позволяет поддерживать внутренние котировки на уровне \$745–750 за 1 т EXW (без НДС). Значительный спрос на турецкую продукцию отмечается и со стороны Ирака. Цены при этом могут достигать \$745 за 1 т FOB. По мнению аналитиков, в октябре потребление конструкционной стали в этом регионе не претерпит изменений. Новых проектов мало, поскольку возможно ухудшение экономической обстановки. Тем не менее, экспортеры из Турции и СНГ пока не испытывают необходимости в понижении котировок вследствие относительно высокой активности на внутренних рынках.

Рост наблюдается и на рынке арматуры в странах Восточной Азии. Хотя в Китае начался спад, в целом в регионе деловая активность идет на подъем. Особенно значительный прогресс наблюдается в Японии, где по всей стране власти инициировали снос устаревших зданий с недостаточной сейсмостойкостью и массовое строительство более прочных. Компания Tokyu Steel Manufacturing анонсировала на октябрь первое за последние семь месяцев повышение котировок на длинномерный прокат, прибавив \$40–65 за 1 т. Новые цены на арматуру вышли на уровень \$825 за 1 т с доставкой. В целом по региону экспортные котировки находятся в интервале \$730–750 за 1 т CFR.

www.metalindex.ru

Лазерное легирование сталей

В.П. Бирюков, канд. техн. наук, Учреждение Российской академии наук Институт машиноведения им. А.А. Благонравова (Москва)

Лазерное легирование чаще всего проводят путем нанесения на поверхность детали обмазки, содержащей легирующие элементы с последующим оплавлением поверхностных слоев. Кроме того, при лазерном легировании предварительно нанесенные на подложку электролитические покрытия или металлические пленки, полученные высокоскоростным напылением, обрабатывают вакуумно-плазменным и другими методами.

Анализ известных данных не дает однозначного определения результатов легирования: толщины легированного слоя и концентрации легирующего элемента. На образцы из стали У10 наносили слой толщиной 100–300 мкм, представляющий собой 50% смесь порошка хрома со связующим веществом, выгорающим при температуре около 400°С (оксиметилцеллюлозой). Облучение проводили непрерывным СО₂-лазером при плотности мощности 2–7 Вт/см², что обеспечивало получение равномерно оплавленного слоя толщиной до 1 мм с небольшим искажением поверхности [1]. Легирование хромом до 6–7 мас. % приводит к образованию мартенситно-аустенитной структуры, содержащей по рентгеновским данным до 15% остаточного аустенита с микротвердостью 10 ГПа. Дальнейшее увеличение содержания хрома приводит к увеличению содержания карбидов и α-фазы. Замечены две особенности в структуре легированного слоя: практически одинаковая концентрация хрома в одновременно присутствующих фазах (α-фаза, аустенит, карбид); при всех исследованных концентрациях хрома в легированном слое (до 40%) первым кристаллизуется аустенит.

С целью определения оптимального сочетания прочностных и пластических характеристик поверхностного слоя стали 40ХН проводили ее лазерное легирование. Количество остаточного аустенита в легированной стали зависит не только от режима лазерной обработки, но и от типа легирующего элемента. В случае легирования стали 40ХН кобальтом остаточный аустенит либо не обнаруживается, либо его количество не превышает 10%. При легировании же никелем количество остаточного аустенита

может превышать количество мартенсита [2]. Легирование кобальтом вызывает значительное повышение микротвердости (в 1,5 раза) по сравнению с закаленной сталью, что обусловлено измельчением структуры и появлением карбидов.

Количество поглощенной материалом энергии определяется оптическими и теплофизическими свойствами поверхности основного материала и толщиной обмазки. При лазерном легировании энергия излучения оптического квантового генератора (ОКГ) частично поглощается поверхностью $E_{\text{п}}$, теряется в результате отражения от обмазки $E_{\text{п.о}}$ и поглощается обмазкой, включая энергию, не дошедшую до обрабатываемого материала $E_{\text{обм}}$ [3]:

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{п.о}} + E_{\text{обм}}$$

Сумма $E_{\text{п}} + E_{\text{обм}}$ представляет собой «полезную» часть энергии излучения лазера, которая принимает участие в формировании зоны легирования.

Процесс лазерного легирования состоит из следующих этапов:

- нагрева легирующего состава до достижения в зоне контакта с основой температуры плавления материала;
- образования жидкой фазы и перемешивания фаз в зоне ванны расплава;
- кристаллизации жидкой фазы.

При достижении на границе «покрытие — подслой» температуры плавления образуется жидкая фаза, и процесс насыщения поверхностного слоя легирующим элементом интенсифицируется. На первом этапе легирование происходит по механизму диффузии в жидкой фазе, на втором этапе другой механизм легирования — конвективное перемешивание фаз. Установлено, что массоперенос в ванне расплава происходит потоками от центра лазерного пятна к ее краям за счет градиента сил поверхностного натяжения, обусловленного разностью температур в центре и по краям ванны расплава. При этом скорость движения поверхностных потоков может достигать 3 м/с. Движение внутренних потоков происходит за счет сил вязкого трения со скоростями,

на порядок меньшими. В результате возникает циркуляция потоков. Изменение давления движущихся потоков уравнивается силами поверхностного натяжения при искривлении поверхности расплава.

Лазерное легирование стали 20Х13 осуществляли путем предварительного нанесения на поверхность кремнийсодержащей обмазки на основе органического связующего толщиной слоя 90–300 мкм. Дальнейшее увеличение толщины слоя приводит к появлению трещин [4]. Максимальное значение микротвердости составляло 10,2 ГПа. Износостойкость стали 20Х13 после лазерного силицирования в 1,5 раза выше, чем после стандартной термической обработки при испытании на машине трения «Шкода-Савина» методом врезания твердосплавного диска. При лазерной цементации стали 20Х13 с перекрытием упрочненных зон на режимах, обеспечивающих твердость 9–11 ГПа, наблюдалось равномерное распределение углерода в легированном слое [5]. Перед лазерной обработкой на поверхность образца наносили слой обмазки из порошка графита с органическим связующим.

В экспериментах на поверхность стали 40Х и стали 45 наносили борсодержащую обмазку на основе порошка буры. В качестве связующего вещества использовали водный раствор оксиэтилцеллюлозы. Обработку проводили на лазерной установке «Комета-М» [6]. Мощность лазерного излучения варьировали в пределах 800–1500 Вт. Структура и микротвердость покрытий, получаемых лазерным оплавлением борсодержащих обмазок на поверхности сталей, зависит от режима обработки. Микротвердость структуры, которая состоит из феррита и боридной эвтектики, 6–12 ГПа. Насыщение поверхности бором за счет уменьшения глубины оплавления или многократного нанесения и оплавления обмазки приводит к появлению в структуре большого количества боридов (FeB, Fe₂B) и увеличению микротвердости до 14–21 ГПа, причем высокая твердость покрытия сохраняется при нагреве до 600°С.

Для описания результатов лазерного легирования можно использовать зависимость глубины расплавленного слоя от основных параметров обработки, полученную

в работе [7] для трехмерной задачи нагрева. С учетом проведенных исследований она примет вид: $Z \approx P/(dv)^n$, где P , v , d — соответственно мощность, скорость перемещения и диаметр лазерного луча; n — показатель степени, учитывающий характеристики легирующего элемента и технологии его нанесения. Так, при обработке гальванических покрытий хрома на сталях 45 и У8 в работе [8] его значение соответствует 0,4, при лазерном легировании сталей в работе [9] он равен единице, а в наших исследованиях — 0,86.

Список литературы

1. **Андряхин В.М., Еднерал Н.В., Маззоро Х.А., Скаков Ю.А.** Лазерное легирование стали У10 // *Поверхность. Физика, химия, механика.* №10, 1982. — С. 134–139.
2. **Артамонова И.В., Никитин А.А., Рыжков Н.А.** Влияние поверхностного лазерного легирования на структуру и механические свойства сталей 40ХН // *МИТОМ.* №10, 1989. — С. 5–7.
3. **Лахтин Ю.М., Коган Я.Д.** Поверхностное легирование металлов и сплавов при лазерном нагреве. — М., 1990. — 56 с.
4. **Лахтин Ю.М., Гуляева Т.В., Тарасова Т.В. и др.** Структура и свойства стали 20Х13 после лазерной обработки // *МИТОМ.* №10, 1988. — С.36–39.
5. **Тарасова Т.В.** Распределение элементов в ванне расплава при лазерном легировании // *МИТОМ.* №3, 2002. — С.24–27.
6. **Бирюков В.П.** Промышленное применение СО₂-лазеров для наплавки, упрочнения и точного раскроя листового материала // *Тяжелое машиностроение.* №4, 2006. — С. 25–29.
7. **Крапошин В.С.** Зависимость глубины закалки сталей и чугунов от режимов лазерного облучения // *ФИХОМ.* №6, 1988. — С. 88–96.
8. **Крапошин В.С., Копецкая И.Ч., Костылева О.П.** Влияние параметров лазерного нагрева на концентрацию хрома в поверхностных слоях сталей // *ФИХОМ.* №5, 1989. — С. 90–96.
9. **Ляхович Л.С., Исаков С.А., Картошкин В.М., Паходня В.П.** Лазерное легирование // *МИТОМ.* №3, 1987. — С. 14–19.

● #1182

Доклад по этому вопросу был представлен на 13-й международной конференции «Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня», прошедшей в Санкт-Петербурге 12–15 апреля 2011 г. (www.plasmacentre.ru/conf).

Изготовление рабочих частей разделительных штампов с применением наплавки и лазерной обработки

Л.Е. Афанасьева, В.П. Водопьянова, Н.С. Зубков, А.Ю. Лаврентьев, Тверской государственный технический университет

Для изготовления рабочих частей разделительных штампов координатно-револьверных прессов применяют высоколегированные инструментальные стали карбидного класса высокой прокаливаемости X12; X12M; X12Ф; P6M5 и др. В процессе эксплуатации происходит затупление режущей кромки, и при достижении предельной величины (примерно 0,13 мм) пуансон и матрицу подвергают переточке по передней рабочей поверхности для достижения острой режущей кромки. Количество переточек может составлять 20–25, что соответствует общему объему металла по передней поверхности 2,6–3,3 мм, после чего рабочие части снимают с эксплуатации.

Одним из эффективных способов экономии дорогостоящих высоколегированных инструментальных сталей и повышения стойкости и долговечности инструмента является наплавка их режущих кромок быстрорежущими сталями и сплавами, с высокими износостойкостью, прочностью, вязкостью и стойкостью против высоких давлений. Экономия быстрорежущей стали при изготовлении наплавленного металлорежущего инструмента может достигать 90%. Современные способы наплавки позволяют изготавливать биметаллический инструмент с использованием сталей и сплавов практически любого состава, независимо от твердости, прочности, степени легирования и других свойств при регулируемом проплавлении основного металла.

Наплавленный металл может иметь литую мелкозернистую структуру — балл зерна 9–11 по ГОСТ 5639-65, твердость 58–62 HRC после наплавки и 63–66 HRC после высокотемпературного отпуска. Высокие механические и эксплуатационные свойства наплавленной быстрорежущей стали достигают за счет термического цикла наплавки, при котором обеспечивается сохранение высоколегированного аустенита при охлаждении в высокотемпературном интервале. Наплавку можно выполнять без предварительного подогрева или при низкотемпера-

турном подогреве. Наплавленная при таких условиях быстрорежущая сталь имеет структуру: мартенсит карбиды и более 35–40% остаточного аустенита, что обеспечивает ей достаточно высокую технологическую прочность при лазерной обработке. Оптимальную структуру, твердость и износостойкость наплавленного металла получают при высокотемпературном отпуске в результате превращения остаточного аустенита в мартенсит и выделения дисперсных карбидов.

Несмотря на существенные преимущества, наплавку при изготовлении рабочих частей разделительных штампов, как и другого металлорежущего инструмента, применяют ограниченно по ряду причин, в том числе из-за припусков на механическую обработку шлифованием наплавленного металла с твердостью 62–66 HRC. Особые сложности появляются при обработке наплавленных режущих кромок с геометрией боковых рабочих поверхностей, отличных от цилиндрической. Затраты на механическую обработку шлифованием в этом случае могут в разы повышать себестоимость изготовления и заметно снижать эффективность применения наплавки.

Для повышения технологической привлекательности и экономической эффективности применения наплавки быстрорежущих сталей при изготовлении пуансонов и матриц разделительных штампов координатно-револьверных прессов в составном варианте (рабочая часть — наплавленная быстрорежущая сталь, корпус — конструкционная низколегированная среднеуглеродистая сталь) рассматривали возможности качественного снижения трудоемкости и длительности процесса размерной обработки наплавленных режущих кромок пуансонов и матриц.

Заготовки пуансонов и матриц наплавли дугой прямого действия обратной по-

лярности в защитной среде аргона порошковой проволокой диаметром 12 мм с омедненной поверхностью. Разделку кромок на заготовках под наплавку выполняли путем снятия слоя металла толщиной 3–4 мм с учетом свободного формирования наплавленного валика с рабочей стороны (рис. 1). Применение формирующих приспособлений с целью возможного уменьшения припуска не рассматривали по причинам дополнительного снижения технологичности процесса наплавки. Геометрию сечения наплавленного валика с рабочей стороны формировали с помощью различных технологических приемов, включая изменение угла наклона заготовки относительно оси, наплавкой «на спуск» и др.

Было установлено, что при дуговой наплавке в защитных газах плавящимся электродом на режимах, обеспечивающих заданную структуру и качество наплавленного металла, размерная обработка по передней и боковой рабочим поверхностям наплавленного металла шлифованием по трудоемкости и времени выполнения остается наиболее затратной технологической операцией при изготовлении составного инструмента. Снижения трудоемкости размерной обработки достигают при применении комбинированной обработки наплавленного металла с использованием шлифования по передним поверхностям и газолазерной резки по боковым рабочим поверхностям. При этом предпочтение следует отдавать такой геометрии сечения наплавленного валика, при которой можно установить минимальный припуск на размерную обработку шлифованием по передней части рабочей поверхности (рис. 2). Величина припуска по боковым рабочим поверхностям в случае удаления их газолазерной резкой не оказывает заметного влияния на снижение трудоемкости и времени размерной обработки независимо от конфигурации рабочей поверхности.

Технологические лазерные комплексы для размерной обработки и современные программные продукты позволяют снизить трудоемкость и сократить время на размерную обработку по боковым рабочим поверхностям пуансонов и матриц со сложной геометрией периметра рабочей кромки.

Эффективность комплексной размерной обработки с применением шлифования по передним поверхностям и газолазерной резки при удалении припусков по боковым поверхностям была оценена при изготовлении

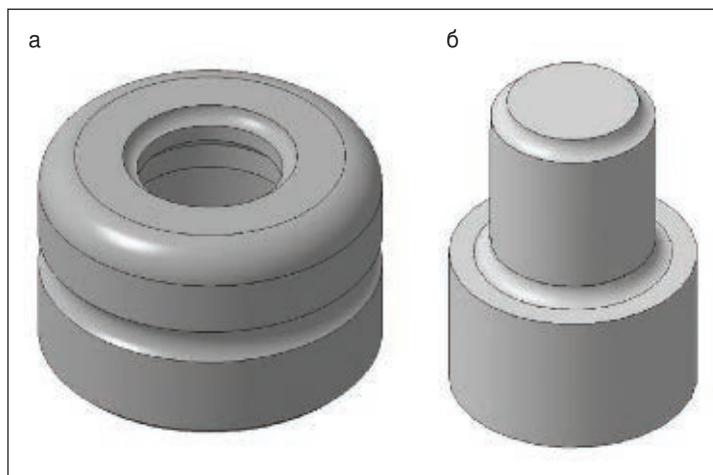


Рис. 1. Заготовки штампа до наплавки: а — заготовка матрицы; б — заготовка пуансона

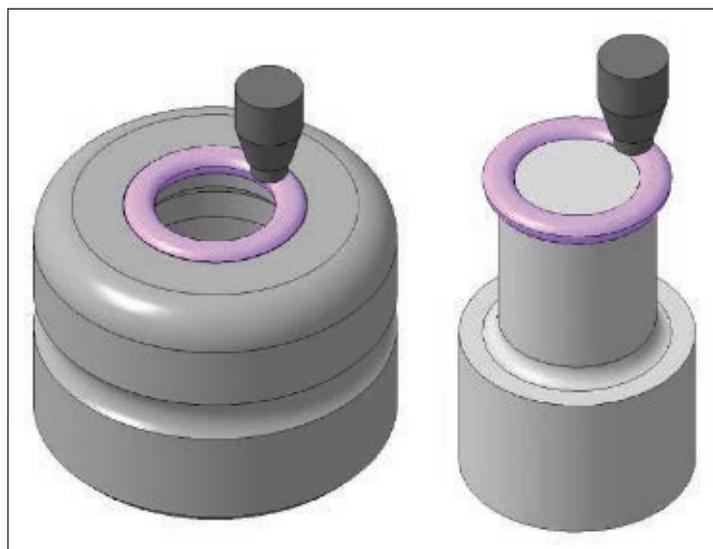


Рис. 2. Наплавленные матрица и пуансон

экспериментальных партий наплавленных быстрорежущей сталью Р2М8 пуансонов и матриц разделительных штампов для вырубки отверстий в холоднокатаной конструкционной низкоуглеродистой стали толщиной 1 мм квадратного (40×40 мм) и круглого ($d = 40$ мм) сечений на координатно-револьверном прессе. Наплавку проводили при низкотемпературном подогреве заготовок из стали 30ХГСА на режимах, обеспечивающих получение заданной структуры и твердости наплавленного металла при отсутствии дефектов и возможности установления минимальных припусков по передним рабочим поверхностям пуансонов и матриц. После наплавки выполняли отпуск заготовок для уменьшения уровня остаточных напряжений и сохранения приемлемой технологической прочности при газолазерной резке. Припуски по передним рабочим

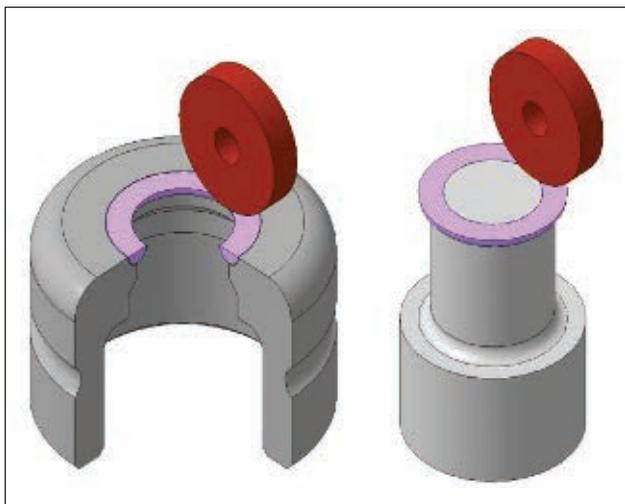


Рис. 3. Шлифование матрицы и пуансона по передней поверхности

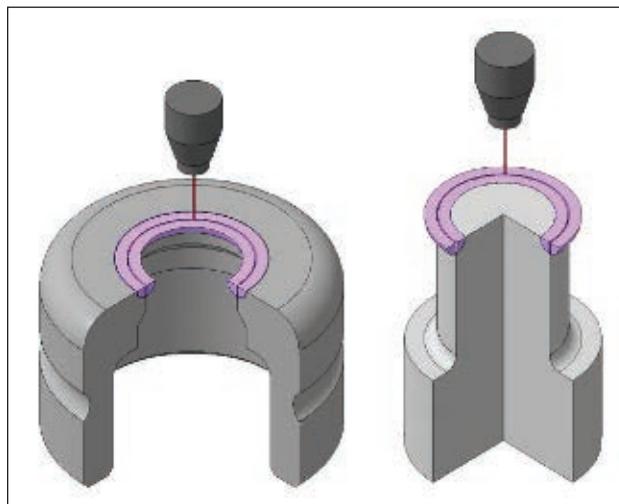


Рис. 4. Газолазерная резка по боковой поверхности матрицы и пуансона

поверхностям наплавленных пуансонов и матриц, которые составляли 0,4 и 0,3 мм, соответственно, обрабатывали на плоскошлифовальном станке на режимах, рекомендованных для быстрорежущих сталей нормальной производительности (рис. 3). Припуски по боковым рабочим поверхностям удаляли с помощью газолазерной резки на лазерном комплексе Vysprint2 на режимах, обеспечивающих оптимальную производительность и приемлемое качество поверхности реза (рис. 4). После газолазерной резки

выполняли термическую обработку наплавленных заготовок в виде отпуска.

Анализ результатов исследований подтвердил высокую технологическую привлекательность и экономическую эффективность изготовления составных конструкций пуансонов и матриц при применении наплавки режущих частей быстрорежущими сталями. Затраты на размерную обработку наплавленной режущей части сокращаются в 4–6 раз при сокращении времени изготовления в 6–12 раз.

● #1183

Доклад по этому вопросу был представлен на 13-й международной конференции «Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня», прошедшей в Санкт-Петербурге 12–15 апреля 2011 г. (www.plasmacentre.ru/conf).



ГК «ЭнТерра» ввела в эксплуатацию новое немецкое оборудование

ЗАО ПФ «КТП-Урал» (входит в группу компаний «ЭнТерра») запустило оборудование немецкой фирмы MESSER в производственный процесс. Это позволит увеличить качество и количество выпускаемой продукции, а также даст значительную экономию материала за счет программируемой раскладки деталей на листе.

Внедрение машины термической резки металла — MESSER Multiterm eco-3100 позволит повысить производительность на данном переделе в 2 раза, значительно увеличить скорость и точность резки. Машина MESSER Multiterm eco-3100 приобретена в рамках программы технического перевооружения, которая реализуется в Группе компаний «ЭнТерра» с 2007 г.

Управляемый компьютером комплекс оборудования может вырезать заготовки из листового металла толщиной до 200 мм практически любой сложности. Также в комплексе с машиной Multiterm приобретена современная фильтровентиляционная установка, которая полностью очищает и перерабатывает продукты распада после газовой и плазменной резки, обеспечивая экологические и санитарные нормы безопасности труда сотрудников.

www.i-mash.ru



Днепрометиз

Группа предприятий «Северсталь-метиз»

ПАО «Днепрометиз» - крупнейшее предприятие Украины в метизной отрасли, входит в международную группу производителей «Северсталь-метиз»

www.dneprometiz.com.ua

т/ф: (0562) 35-81-50, 35-83-69, 35-15-97
Украина, 49081, г. Днепропетровск, пр. газеты «Правда», 20

ПРОВОЛОКА:

сварочная Св-08 (А), Св-08Г2С
Вр-1 для армирования ЖБК
общего назначения без покрытия
термообработанная черная
оцинкованная
колючая

ФИБРА
стальная

СЕТКИ:
плетеные
рифленные

ГВОЗДИ

БОЛТЫ
ГАЙКИ



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

Разработка и изготовление оборудования для механизированной дуговой наплавки



PM-11

Комплексы оборудования для изготовления и модернизации установок наплавки прокатных валков, позволяющие из отдельных агрегатов собрать новый станок или выполнить модернизацию существующего



PM-12

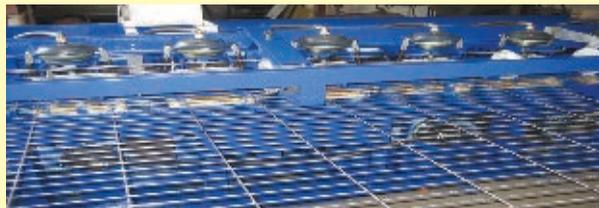


ELMA EMITA

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

Установки многоточечной контактной сварки сетки

(строительной, шахтной затяжки и еврограждений)



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



ОАО «Электромашинно-
строительный завод
«Фирма СЭЛМА»

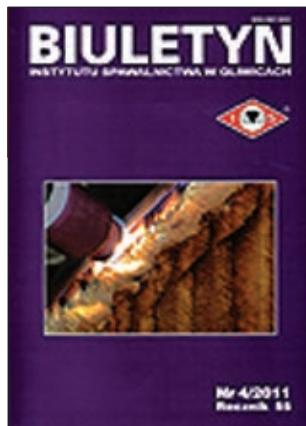
ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

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



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

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



Содержание №4–2011 журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша)

S. Sikora, K. Hys, J. Czuchryj. Вопросы оценки качества сварных соединений меди и ее сплавов, выполненных сварщиками во время квалификационных экзаменов

M. Lomozik. Оценка качества сварных соединений на основе металлографического исследования

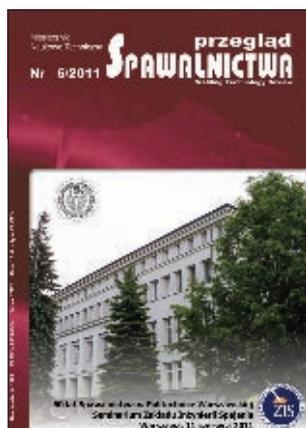
R. Krawczyk, K. Poch. Оценка чувствительности при магнитопорошковых испытаниях

О.К. Маковецкая. Современное состояние рынка основных конструкционных материалов и сварочной техники. Перспективы развития

H. Ates, M. E. Cakir, A. Kurt, M. Turker, I. Uygur. Микроструктура и механические свойства сварных соединений из технического алюминия, выполненных ацетилено-водородным пламенем

A. Holzner. MAG-сварка высокопрочных мелкозернистых конструкционных сталей порошковой проволокой

Новые книги, оборудование и материалы



Содержание №6-2011 журнала «Przeglad Spawalnictwa» (Польша)

P.Cegielski, A.Kolasa, T.Sarnowski. Адаптация сварочных роботов к сварке элементов с недостаточно точными размерами

T.Chmielewski, D. Golanski. Роль сварки в процессе вторичного производства

K. Skrzynski, A.Kolasa, P. Cegielski. Исследование статических и динамических характеристик источника питания

A. Krajewski. Механические вибрации в процессе сварки

M. Bober. Композитные покрытия, нанесенные плазменным способом, — характеристика и процесс формирования

J.Grzes. Промежуточные слои, нанесенные методом металлизации



Содержание №2-2011 журнала «Welding & Material Testing» (Румыния)

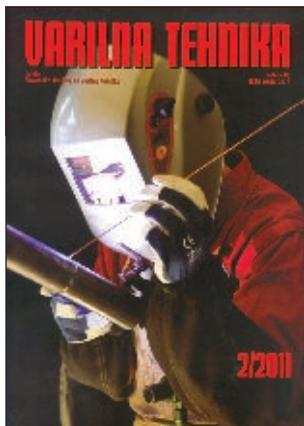
D.D. Cioclov. Моделирование рисков отказа при работе сосудов давления и систем трубопроводов. Статический анализ.

E. Huanca Cayo, S.C. Absi Alfaro. Оценка качества сварочного процесса GMA на основе акустической эмиссии электрической дуги

H. Cramer, D. Bohme, A. Jenicek. Причины водородного охрупчивания при дуговой приварке шпилек

M. Prokolab, Z. Milutinovic, N. Markovic, D. Jovanovic, M. Prvulovic, J. Ignjatovic, I. Vasovic. Диагностика напряженного состояния структуры сварного шва на раме экскаватора с помощью методов термографии и тензометрии, а также механических разрушающих методов

V. Birdeanu, C. Ciuca, M. Iacob. Импульсная гибридная (лазер+TIG) сварка тонких стальных листов из нелегированной стали



Содержание №2–2011 журнала «Varilna Tehnika» (Словения)

Новости

Школа сварки

Практика сварки в прошлом

Исследования

T.Kek, J.Grüm. Акустическая эмиссия при лазерной резке

I.Polajnar, J. Prezely, M. Cudina. Звуковые нагрузки при термической резке



Содержание №3–2011 журнала «Zvarac» (Словения)

B.Martancik, C. Martancikova, K.Ulrich, P.Polak. Входной контроль опор высоковольтных линий методами неразрушающего контроля

I.Kovac, P.Faragula, D.Drimal. Сенсорные системы для контактного и бесконтактного управления сварочными горелками

J.Guspan. Автоматизированные технологические комплексы для сварки и наплавки

Е.А.Алифиренко, В.И. Павлова, Е.П. Осокин. Сварка трением с перемешиванием тонкостенных соединений из алюминиево-магниевого сплава

Е.А.Пантелеймонов, А.С.Письменный. Особенности локального индукционного нагрева труб с толщиной стенки 30 мм

Н. Kravarikova. Деформация сваренных материалов

18-я международная сварочная выставка 2011 в Нитре

M.Sabo. Пожарная безопасность и охрана труда при сварке электрической дугой

Фирма Hyperterm получает награду «Лучшая фирма, рекомендуемая клиентами»

Фирма Hyperterm сообщает, что она была номинирована компанией INTEGRON BV на награду Опытных клиентов (Customer Experience) в категории «Лучшая фирма, рекомендуемая клиентами» и стала победителем.

Компания Integron BV (www.integron.nl) — известная международная фирма, специализирующаяся в исследованиях рынка и удовлетворенности клиентов, производителей и потребителей. Фирма является членом мировой исследовательской организации Esomar и ассоциации по исследованию рынка MOA, которая сотрудничает с фирмами и институтами, занимающимися маркетинговыми исследованиями.

Фирма Hyperterm в сотрудничестве с компанией Integron BV каждые два года проводит исследование удовлетворенности клиентов рынка, чтобы лучше узнать, в каких областях, по мнению клиентов, фирмы преуспевают и каким областям фирма должна уделять большее внимание. Компания Integron BV каждый год выполняет сотни исследований, а в последние два года организовала конкурсы и награды от Опытных клиентов, чтобы определить эффективных производителей. Компания сравнивает результаты исследований и номинирует три лучшие фирмы в 12 различных категориях.

Фирма Hyperterm была номинирована на награду Опытных клиентов в категории «Лучшая фирма, рекомендуемая клиентами» вместе с фирмами Lapinus и CNC Grondstoffen.

17 февраля состоялась церемония награждения Integron и оглашены победители.

«Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach», №3-2011



КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



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

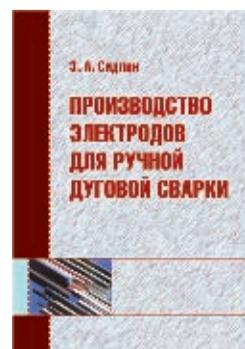
Рассмотрены промышленные энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. Приведена классификация способов послесварочной обработки. Рассмотрены пути снижения энергозатрат при отпуске металлоконструкций. Освещены технологические особенности аргодуговой обработки, послесварочной обработки поверхностным пластическим деформированием с использованием многобойкового инструмента, дроби и ультразвуковой обработки, технология и оборудование вибрационной обработки, комбинированные технологии послесварочной обработки.

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

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

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

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



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

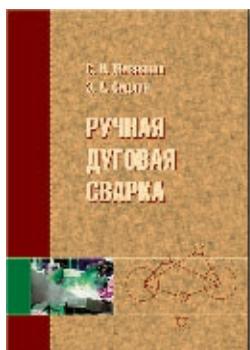
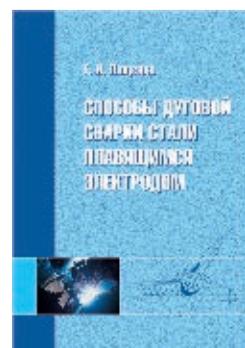
Рассмотрены основные способы плазменной наплавки. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом. Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, технологические особенности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

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

Г. И. Лазченко. Способы дуговой сварки сталей плавящимся электродом. 2006. — 384 с.

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

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



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

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

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



Электроды специального назначения

(062) 332-26-50
(062) 332-26-51
(062) 389-94-58
(062) 347-76-19

Сварочная проволока

www.arcsel.com.ua
arcsel@arcsel.com.ua
market@arcsel.com.ua

Порошковая проволока

г. Донецк, пер. Вятский, 2Б

От сложных комплексов «под ключ»
до недорогих машин для предпринимателей



МАШИНЫ

для газокислородной и плазменной резки
листового металла с ЧПУ

- ПРОИЗВОДСТВО и сервис
- Оригинальные расходные материалы для плазменных систем компании «HYPERTHERM» (USA) и запасные части

НПП «Техмаш»

ул. Промышленная, 14, г. Одесса, Украина, 65031

Тел.: +380 (48) 778-17-45, 778-17-38

Факс: +380 (48) 728-06-08, 778-08-90

marketing@techmach.com.ua

<http://www.techmach.com.ua>



информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

ВНИМАНИЕ!!!

Продолжается подписка
на 2012 год
на журнал «Сварщик».

Подписной индекс **22405** в каталоге «Укрпошта»

Если Вы держите в руках этот номер
журнала, то сможете получить
15% скидку на годовую
подписку на журнал «Сварщик»
и на публикацию рекламы
своего предприятия или продукции.

ЛЬГОТНЫЙ КУПОН

Предприятие
Ф.И.О.
Тел./факс
Почтовый адрес
E-mail

Льготный купон направляйте по адресу редакции: 03150, Киев, ул. Горького, 66
или по факсу: +380 44 287-65-02. E-mail: welder@welder.kiev.ua

Застосування багатofункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки та їх складових в системах управління охороною праці

С.Ф. Каштанов, канд. техн. наук, І.І. Чернушак, Національний технічний університет України «КПІ»

Загальні тенденції щодо подальшого розвитку та вдосконалення функціонування систем управління охороною праці (СУОП) свідчать про необхідність створення високоефективних комп'ютеризованих СУОП. Мета даної статті — показати можливість значного розширення функціональних можливостей та підвищення ефективності функціонування таких систем за рахунок більш широкого застосування в них вже існуючих багатofункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки та їх складових.

Сучасна концепція подальшого розвитку в сфері управління охороною праці передбачає все більш широке застосування комп'ютеризованих систем управління охороною праці з метою максимального підвищення їх ефективності як на виробничому, так і на галузевому, регіональному та державному рівнях. Впровадження таких систем дозволяє суттєво знизити рівні травматизму, профзахворювань, аварій та пожеж на виробництві, в першу чергу, за рахунок зниження виробничих ризиків та максимального зменшення впливу так званого «людського фактору» на прийняття рішень в діючих СУОП.

Використання комп'ютеризованих СУОП дає можливість забезпечити максимальну оперативність та максимально можливу оптимізацію щодо прийняття рішень при використанні ризик-орієнтованого підходу, який, як відомо, складається з двох елементів — оцінки ризику (аналіз виникнення і масштабів ризику в конкретній ситуації) та управління ризиком (аналіз ситуації і розробка рішень, що спрямовані на зведення ризику до прийнятного мінімуму).

Згідно з ДСТУ-П ОHSAS 18001 «Системи управління безпекою та гігієною праці», ОHSAS 18001 «Система менеджменту охорони здоров'я та безпеки персоналу», ІLO-OSH 2001 «Керівництво з систем управління охороною праці» та «Рекомендаціями щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною пра-

ці», затверджених Держгірпромнаглядом, СУОП повинна передбачати:

- планування заходів з охорони праці;
- контроль виконання поточного та оперативних планів;
- можливість здійснення корегувальних та попереджувальних дій;
- можливість адаптації до обставин, що змінилися;
- можливість інтеграції в загальну систему управління.

Безумовно, найбільш ефективно усі ці функції можуть бути реалізовані саме із застосуванням комп'ютеризованих систем управління охороною праці.

Одним з найбільш перспективних напрямів подальшого розвитку та вдосконалення таких комп'ютеризованих СУОП є все більш широке застосування в них багатofункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки та їх складових, що підтверджується загальними тенденціями розвитку СУОП у розвинутих країнах світу.

Сучасний рівень розвитку інтегрованих систем комплексної безпеки, в тому числі і в Україні, наприклад, «Дунай-XXI» — «ВЕН-БЕСТ», «Legos» — «Укрспецмонтаж 1. Системи безпеки», «Інспектор+» — ISS «Укр-Інвест-Консалтинг», «ForSec» — «Формула безпеки», «Кодос» — «Союзспецавтоматика», «FortNet» тощо, дозволяє вже зараз використовувати їх в СУОП як для підвищення рівня охоронної та пожежної безпеки промислових об'єктів, так і для покращення умов і безпеки праці на виробництві та вирішення питань гігієни праці, виробничої санітарії, зменшення рівня виробничого травматизму і професійних захворювань, а також для покращення соціальної захищеності працюючих.

В комп'ютеризованих СУОП можуть ефективно використовуватися майже всі складові багатofункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки — це системи пожежної сигналізації та пожежогасіння,



Рис. 1. Приклад використання систем пожежної сигналізації, автоматичного пожежо-гасіння та оповіщення

системи оповіщення, системи охоронної сигналізації, відеонагляду (сctv) та відеореєстрації, контролю та управління доступом, системи управління зовнішнім обладнанням та пристроями безпеки тощо.

Якщо системи пожежної сигналізації та пожежогасіння, оповіщення вже давно і досить ефективно використовуються в СУОП (приклад їх використання наведений на рис. 1), то цього зовсім не можна сказати про інші складові багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки (загальна структурна схема побудови інтегрованих систем комплексної безпеки показана на рис. 2).

В той же час використання таких складових багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки, як системи відеонагляду (ССТV) та відеореєстрації, контролю та управління доступом дозволяє значно підвищити ефективність роботи СУОП у сфері нагляду та контролю за станом охорони праці, у сфері виробничої безпеки, а також при проведенні внутрішнього і зовнішнього аудиту з питань охорони праці, при розслідуванні та профілактиці травматизму тощо.

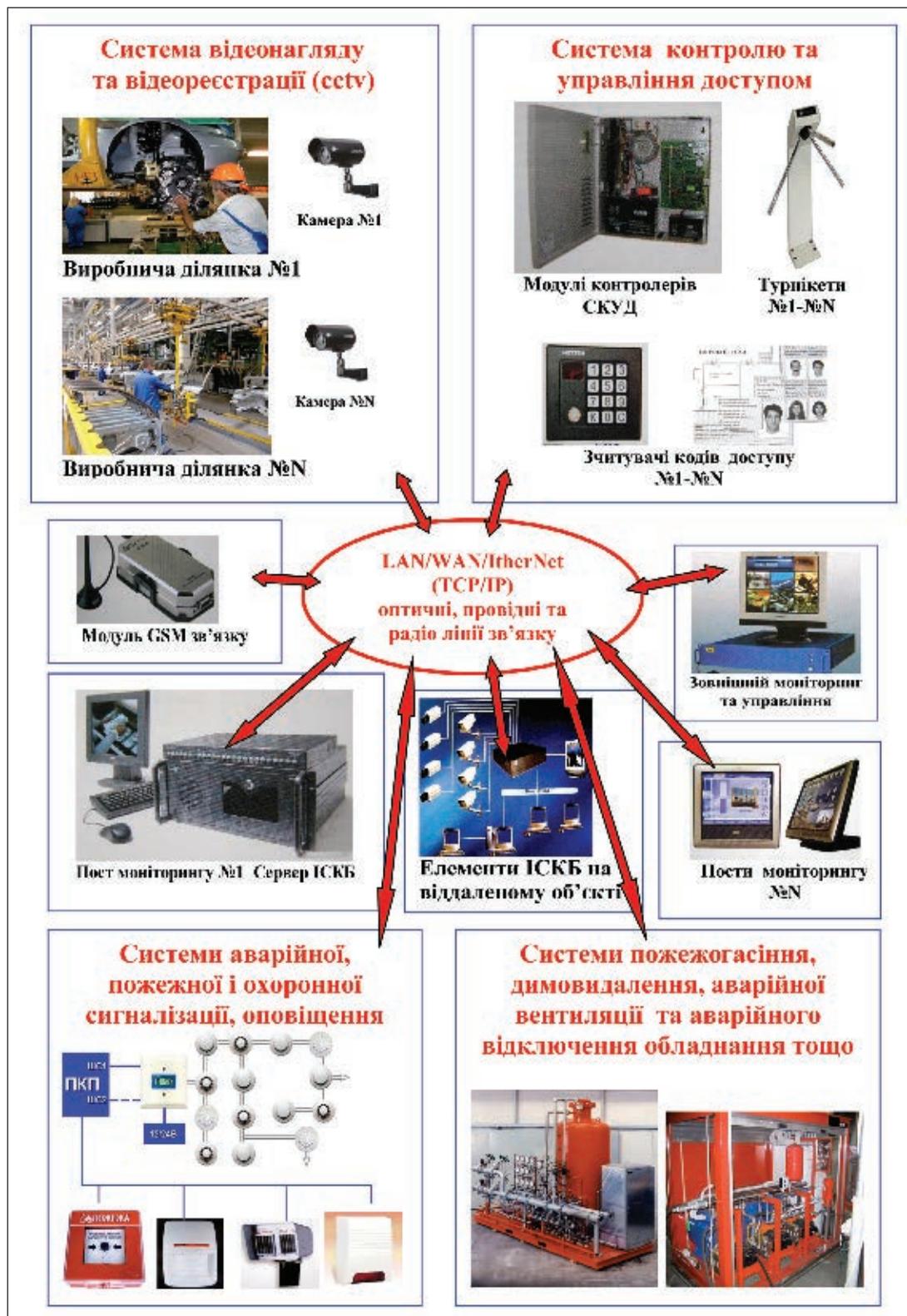
Розглянемо декілька можливих варіантів їх застосування в СУОП.

Системи відеонагляду та відеореєстрації можуть бути використанні в СУОП для таких цілей:

- контролю за станом охорони праці на підприємстві в реальному часі;
- контролю та аналізу стану охорони праці на підприємстві за певний період часу по відеоматеріалам з бази даних;

- спостереження за технологічними процесами на декількох виробничих ділянках, як одночасно (мультиплексний режим роботи монітору), так і роздільно (послідовне перемикавання на моніторі відеосигналів з різних відеокамер);
- блокування роботи виробничого обладнання при попаданні в його небезпечну зону людини завдяки використанню програмного детектора руху (на одному кадрі може використовуватися одночасно декілька запрограмованих зон з незалежними програмними детекторами руху в кожній з них);
- ведення журналу подій в небезпечних зонах при порушеннях безпеки праці з реєстрацією часу та осіб, які знаходяться в небезпечній зоні;
- запису в базу даних інтегрованої системи комплексної безпеки відеоматеріалів стосовно нещасних випадків та аварій на виробництві із заданими параметрами (часом відеозапису як до події аварії чи нещасного випадку, так і після цього часу; швидкістю запису; роздільною здатністю і т. ін.) і передачі цих відеоматеріалів за необхідною адресою (ФССНВ, Держгірпромнагляд, галузеве міністерство, МНС тощо) з використанням телефонних чи мобільних ліній зв'язку, або комп'ютерних мереж, в тому числі Інтернету;
- контролю виконання вимог щодо пожежної безпеки на виробництві;
- контролю за використанням засобів індивідуального захисту.

Рис. 2. Загальна структурна схема побудови інтегральних систем комплексної безпеки (ІСКБ)



Що стосується систем контролю та управління доступом, то вони можуть бути використані в системі управління охороною праці, наприклад, з такою метою:

- контролю за відповідністю часу проведення регламентно-ремонтних робіт технологічним нормам;

- контролю за відповідністю кількості працюючих нормам безпеки при проведенні робіт з підвищеною небезпекою;
- допуску до роботи на технологічному обладнанні лише працівників, які мають відповідну кваліфікацію та пройшли всі необхідні види інструктажів;

- недопущення працівників, які не мають необхідної кваліфікації та відповідного наряду-допуску, до виконання робіт з підвищеною небезпекою;
- виключення можливості попадання у виробничі приміщення з підвищеною вибухопожежебезпекою працівників, які не мають права там знаходитись;
- контролю режиму праці та відпочинку тощо.

Таким чином, використання таких складових багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки, як сучасні комп'ютеризовані системи відеонагляду та відеореєстрації і системи контролю та управління доступом, дійсно дозволяє значно підвищити ефективність роботи СУОП. В першу чергу, це стосується можливості підвищення рівня організаційно-технічних заходів щодо безпеки праці на виробництві, а також вирішення питань гігієни праці, виробничої санітарії, зменшення рівня виробничого травматизму і професійних захворювань. Також досягається покращення соціальної захищеності працюючих, бо при проведенні розслідування нещасних випадків і аварій та при визначенні причин їх виникнення ця робота, безумовно, може бути виконана більш кваліфіковано при використанні матеріалів із відеоархівів систем відеонагляду та відеореєстрації, особливо враховуючи той факт, що в відеоархів може записуватися як відео-, так і аудіоінформація з місця подій, і це дуже важливо для підвищення ефективності роботи існуючої системи соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань та аварій.

В СУОП можливе також більш ефективне використання і такої складової інтегрованих систем комплексної безпеки, як охоронні системи, які можуть не тільки виконувати свої основні охоронні функції, але й у разі застосування відповідних датчиків одночасно виконувати такі додаткові функції, як контроль відповідності санітарним нормам рівнів освітлення, шуму і вібрацій на робочих місцях, наявності в повітрі робочої зони шкідливих та небезпечних речовин або підвищеного рівня електромагнітного та іонізуючого випромінювань.

Крім того, існуюча на даний час елементарна база багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки дає можливість в разі необхідності здійснювати також управління виробничим обладнанням та пристроями безпеки, наприклад, системами освітлен-

ня виробничих приміщень, системами електропостачання, водопостачання, газопостачання, аварійними системами вентиляції, димовидалення, системами оповіщення тощо.

На базі існуючих багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки можливо також створення мобільних автоматизованих систем у сфері виробничої безпеки з елементами централізованого управління, і зробити це можливо без суттєвих додаткових витрат.

Слід підкреслити, що і економічні методи управління охороною праці також можуть бути реалізовані більш ефективно при застосуванні в СУОП вищезгаданих складових інтегрованих систем комплексної безпеки.

Ще однією важливою особливістю сучасних інтегрованих систем комплексної безпеки є те, що модульний принцип їх побудови з використанням локальних і регіональних комп'ютерних мереж дозволяє і далі практично нескінченно нарощувати їх як у часі, так і в просторі, а це, в свою чергу, дає можливість реалізовувати на їх базі високоефективні комп'ютеризовані СУОП розосередженого типу. Причому це можливо не тільки у межах окремих промислових об'єктів, але і на регіональному і навіть на державному рівні, що значно полегшує завдання створення єдиної високоефективної загальнодержавної комп'ютеризованої СУОП.

Таким чином, застосування багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки у складі комп'ютеризованих СУОП дозволяє, по-перше, розширити функціональні можливості таких СУОП і, по-друге, максимально зменшити вплив людського фактору на прийняття рішень, що, безумовно, значно підвищує ефективність роботи останніх. Застосування багатофункціональних інтегрованих систем комплексної безпеки в СУОП дає можливість фіксувати і вести відповідний облік та аналіз нещасних випадків, профзахворювань і аварій, а також здійснювати оперативне втручання безпосередньо в процес управління охороною праці на виробництві. Все це забезпечує максимально високій рівень оперативності реагування СУОП на будь-які небезпечні та аварійні ситуації, а також дає можливість безпосередньо впливати на стан охорони праці на виробництві у реальному часі за рахунок постійно діючих моніторингу та управління як на рівні окремого підприємства, установи чи організації, так і на регіональному та загальнодержавному рівні.

● #1184

VIII Международный конкурс сварщиков в Украине

Ежегодный VIII Международный конкурс профессионального мастерства сварщиков проходил в Одессе с 15 по 19 августа 2011 г. Организатор конкурса — Общество сварщиков Украины (ОСУ). Председатель оргкомитета — вице-президент ОСУ д-р техн. наук А. А. Кайдалов, зам. председателя — председатель правления Одесского областного отделения ОСУ А. Н. Воробьев.



Конкурс был проведен на учебно-аттестационной базе ОИАЦ «Прометей» по следующим номинациям: ручная дуговая сварка покрытым электродом (способ 111), дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135), дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141). В конкурсе приняли участие сварщики из Украины, Республики Беларусь, Российской Федерации и Литовской Республики — всего 34 сварщика с 21 предприятия. Председатель жюри конкурса — председатель Украинского аттестационного комитета по сварке канд. техн. наук В. Т. Котик.

Финансовую поддержку конкурсу оказали следующие предприятия и фирмы: ОАО «Одесский припортовый завод», ПАО «Азот» (Черкассы), НПЦ «Сварка» (Одесса), ООО «Фрониус Украина» (Киевская обл.), ООО «Бинцель Украина» (Киев), ООО НПФ «Сварконтакт» (Харьков), ООО «АРКСЭЛ» (Донецк), завод автогенного оборудования «ДОН-МЕТ» (Краматорск). Призы победителям, призерам и дипломантам конкурса предоставили: ООО «Фрониус Украина» (Киевская обл.), МЧП «Далет» (Одесса), ООО НПФ «Сварконтакт» (Харьков), ООО «ЗМ Украина» (Киев), ООО «Бинцель Украина» (Киев), ООО «Эйр Ликвид Велдинг Украина» (Харьков), завод автогенного оборудования «ДОН-МЕТ» (Краматорск), фирма «Плазмотехнология» (Одесса).

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

Победители и призеры конкурса:

● **номинация 111:**

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

2-е место — А. М. Унтила (ООО «Хай-Рейз Констракшнз», Ильичевск, Украина),

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

● **номинация 135:**

1-е место — С.А. Егоров (ООО «Хай-Рейз Констракшнз», Ильичевск, Украина),

2-е место — С.Е. Смутило (ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», Кременчуг, Украина),
3-е место — М.В. Мина (ПАО «Кременчугский завод дорожных машин», Кременчуг, Украина);

● **номинация 141:**

1-е место — А. Н. Шепель (ПАО «Азот», Черкассы, Украина),

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

3-е место — В. А. Супруненко (ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод», Краматорск, Украина).

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

● *К. П. Шигалев* (ОАО «Белоруснефть-Сейсмотехника», Гомель, Республика Беларусь),

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

● *С. А. Егоров* (ООО «Хай-Рейз Констракшнз», Ильичевск, Украина).

За лучшее качество сварного шва жюри отметило конкурсанта *К. П. Шигалева* (ОАО «Белоруснефть-Сейсмотехника», Гомель, Республика Беларусь) — он был награжден сварочной маской «Хамелеон» с индивидуальной аэрографией «ТЗУ».

На техническом семинаре конкурсанты и гости конкурса прослушали подробные доклады о сварочных масках (ООО «ЗМ Украина»), о сварочных горелках (ООО «Бинцель Украина») и об инверторных источниках питания для дуговой сварки (ООО НПФ «Сварконтакт»).

Конкурс был хорошо организован и проведен на достойном уровне. Работа конкурса освещалась местным телевидением. Информация о конкурсе дана на сайте Одесского областного отделения Общества сварщиков Украины www.tzu.od.ua.

Следующий конкурс сварщиков состоится в августе 2012 г.

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

● #1185



15-18.05.2012



СВАРКА
2012
WELDING



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



НАКС



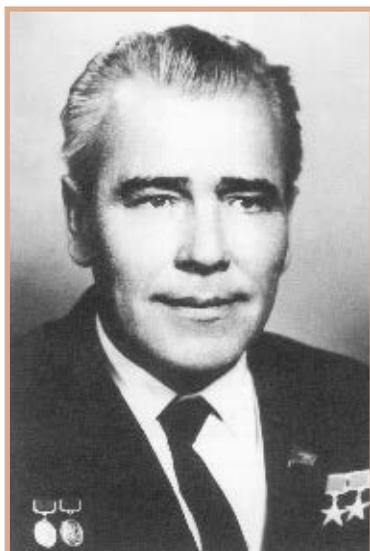
XV МЕЖДУНАРОДНАЯ СВАРОЧНАЯ ВЫСТАВКА

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

Трудный путь легкого металла в ракетостроение

Дуговая сварка. Часть 1

А.Н. Корниенко



М.К. Янгель

В этом году исполнилось 100 лет со дня рождения главного конструктора академика М.К.Янгеля. В истории сварочного производства ракетостроение занимает особое место. Создание самых мощных в мире ракет-носителей стало важнейшей «движущей силой» для разработки новых материалов и технологий, в том числе и изготовления надежных сварных конструкций из алюминиевых сплавов.

В легендах и сказках с древнейших времен отражено стремление человека подняться в небо. Ракеты, появившиеся в древнем Китае, можно считать первым шагом на пути покорения высоты. Реальным техническим средством, оторвавшим человека от земной поверхности,

стал аэростат. В начале XX века к освоению воздушного пространства присоединилась авиация. Тут и возникла потребность в легких, но достаточно прочных конструкционных металлах. К этому времени промышленность ряда стран уже производила алюминий, плотность которого $2,7 \text{ г/см}^3$, т. е. в три раза меньше плотности железа. Из этого легкого металла начали изготавливать некоторые детали пока еще фанерных самолетов.

Открытие и освоение этого легкого металла проходило трудно и сопровождалось драматическими событиями. Если верить легендам, то еще в 40-м году до нашей эры алюминий видел римский император Тиберий, которому раб принес чашу из серебристо-белого металла, полученного из глины. Чтобы серебро не обесценилось, металлурга на всякий случай казнили. Однако спустя 18 веков после попыток Г. Дэви, Г.Х. Эрстеда, Ф. Велера в 1855 г. С.К. Девилю во Франции удалось химическим путем получить несколько килограммов алюминия, который оказался в 5 раз дороже серебра. В 1886 г. француз П. Эру и американец Ч. Холл изобрели электролитический процесс, и стоимость этого металла снизилась в 400 раз.

Благодаря физико-химическим свойствам алюминий и его сплавы сразу же стали широко применяться в электротехнике, теплотехнике, ювелирном деле, быту. И в 1930-х годах корпуса самых крупных в истории летательных аппаратов — дирижаблей (например, построенный в Германии дирижабль имел диаметр 41,2 м и длину 245,2 м) изготавливали из сплава дуралюмин (алюминий-медь-магний). Каркасы дирижаблей были клепаными.

Летательный аппарат другого типа — стратостат — установил мировой рекорд высоты, который окончился трагически. Неудачей завершился и полет в 1934 г. советского стратостата «Осоавиахим-1» — на высоте 22 км оторвалась гондола. После торжественных похорон аэронавтов П.Ф. Федосенко, А.Б. Васенко и И.Д. Усыскина начался жесткий и компетентный разбор полета. Выяснилось, что разрушились приваренные кронштейны из алюминиевого сплава. Рекорд спешили приурочить к XVII съезду ВКП(б). Впервые вместо клепки была применена более производительная технология — сварка. Но при низкой температуре сварные швы треснули. Катастрофа подтвердила мнение: «сварка портит металл». (Впрочем, и тогда, и при других катастрофах «по вине сварки» никого не наказывали. И.В. Сталин поддерживал новую технику и сварку считал перспективной технологией).

Специализированные научно-исследовательские институты: НИАТ (авиационных технологий), ВИАМ (авиационных материалов) и другие продолжали искать способы соединения узлов алюминиевых конструкций, но самым надежным оставалась... клепка. В поиске участвовали и разведчики.

Вальтер Шелленберг пишет: «Один из агентов Советского Союза вез подлинные материалы, представляющие большую ценность. В них была информация о новом методе сварки, имевшем большое значение для немецкой авиационной промышленности. Наши агенты ни на минуту не выпускали его из виду, но ему удалось ускользнуть и скрыться в советском посольстве в Стокгольме». Следует отметить, что и нам не удалось найти следы этой технологии и установить, в какой НИИ передали эти материалы.

В начале 1940-х годов в системе авиапрома СССР применялась газовая, атомно-водородная, ручная дуговая сварка, сварка порошковой проволокой, контактная и др. Не было только сварки в инертных газах, хотя в 1942 г. ее разработали в США и впервые использовали для изготовления самолетных сидений из магниевых и алюминиевых сплавов. Удалось ли немецким специалистам реализовать давние попытки защитить зону сварки аргоном — неизвестно. А в СССР в условиях информационной блокады ручная сварка плавящимся электродом в аргоне была разработана в НИИТ в 1948 г. Правда, удовлетворительное качество получалось при соединении тонких листов. Таким было состояние технологий сварки алюминиевых сплавов, когда возникла опасность агрессии против Советского Союза.

Бывшие союзники, в годы второй мировой войны поднявшие свою экономику, уже успели разработать планы атомных бомбардировок городов СССР и быстро строили военные базы в странах Западной Европы, в Турции, Корее, Японии. Монопольное владение США ядерным оружием в скором времени было ликвидировано, но СССР не имел ни военных баз вблизи США, ни средств доставки на большие расстояния. Единственная возможность противостоять агрессивным намерениям США и других стран НАТО было быстрое создание ракет, способных донести оружие на любое расстояние. И в разоренной после войны стране пришлось разворачивать чрезвычайно дорогостоящую отрасль — ракетостроение. 13 мая 1946 г. Совет министров СССР принял постановление № 1017-419сс «Вопросы ракетного вооружения», которое заканчивалось словами: «Считать работы по развитию реактивной техники важнейшей государственной задачей и обязать все

министерства и организации выполнять задания по реактивной технике как первоочередные». Был создан комитет, определены министерства, КБ, НИИ и предприятия ракетостроительной отрасли. Рядом последующих постановлений были определены направления создания баллистических ракет, привлекались к разработке и производству новые КБ, НИИ и заводы. Общие проблемы ракетостроения решались в ОКБ-1 (п/я В-2190) в составе НИИ-88 (п/я 1000) под руководством С.П.Королева. В 1950 г. его заместителем был назначен М.К.Янгель — будущий выдающийся главный конструктор, вклад которого в научно-технический прогресс будет признан и оценен — он избран действительным членом АН СССР и АН УССР, награжден многими орденами, Ленинской и Государственной премиями, ему присвоено звание Героя Социалистического Труда (дважды).

Михаил Кузьмич Янгель родился 7 ноября (25 октября) 1911 г. в селе Зырянновка (Иркутская область). Его дед Лаврентия Павловича переселили в Сибирь из Черниговской губернии. Михаил был шестым ребенком его младшего сына Кузьмы. Дед Лаврентий много рассказывал внукам об Украине, о запорожских казаках. В семье Янгелей прививали любовь к знаниям, уважение к книгам, к классической литературе. Михаил наследовал от дед самостоятельность мышления, упрямство, бесстрашие в отстаивании своих идей, одержимость в работе, почтительное отношение к людям, прагматизм. Нужно отметить, что эти черты характера poznali не только коллеги, но и руководители самого высокого ранга. Михаил в 1926 г. приехал в Москву, работал, закончил училище, а в 1937 г. — Московский авиационный институт. Уже с 1935 г. он работает в авиационных КБ М.Г. Поликарпова, А.И. Микояна и В.М.Мясищева. В 1950 г. М.К. Янгель заканчивает Академию авиационной промышленности.

В 1948-50 гг. в ОКБ-1 под руководством С.П.Королева были разработаны ракеты Р-1, Р-2, Р-5 (с дальностью полета 350-600 км) и Р-7. Испытания были трудными, катастрофы случались по разным причинам, в том числе из-за брака соединений, выполненных склепыванием и аргонодуговой сваркой. Ракета Р-1, несмотря на такие конструктивные недостатки, как расположение внутри несущего корпуса подвесных баков, была принята на вооружение (под индексом 8А11). Существенным улучше-



Транспортировка ракеты Р-1

нием конструкции ракеты Р-2 было использование бака горючего в качестве несущего, однако бак окислителя оставался подвесным, сохранились громоздкие стабилизаторы. При выборе материалов и технологий С.П.Королев использовал опыт отечественных авиастроителей. Ведущими организациями по технологическим вопросам были НИАТ, НИКИМТ, МВТУ им. Н. Э. Баумана и ряд отраслевых лабораторий, большинство из которых занимались проблемами изготовления алюминиевых конструкций с 1920–30-х годов. Ракета Р-7 состояла из четырех одинаковых боковых блоков, которые крепились к центральному блоку. Топливные баки всех блоков были несущими и представляли собой сварную тонкостенную конструкцию из сплава АМг-6, подкрепленную шпангоутами. Первый пуск состоялся 15 мая 1957 г., и на 98-й секунде отвалился приваренный боковой блок. (Даже в США из-за некачественных сварных соединений жидкотопливные ракеты «Титан» не выдерживали сроков хранения на стартовой позиции, поэтому была форсирована разработка твердотопливных ракет). Но уже четвертый пуск 21 августа 1957 г. оказался успешным.

Началом космической эры человечества по праву считается запуск в СССР 4 октября 1957 г. первого в мире искусственного спутника Земли, выведенного на орбиту двухступенчатой ракетой Р-7. Эти ракеты в двух-, трех- и четырехступенчатых вариантах позволили начать исследование далекого космоса, Луны, Марса и Венеры. Но если для большинства людей мира это означало начало освоения космического пространства, правительства и военные понимали, что завершился первый этап гонки за ракетно-ядерный паритет. Основной задачей всех, кто занимался оружием, было создание такого оружия, которое



Ракета Р-7

лишало бы преимущества другую сторону. Ракеты С.П.Королева были приняты на вооружение. Для их серийного производства Министерству вооружения СССР был передан Днепропетровский автомобильный завод, который стал называться «Завод №586» (п/я 186). В короткий срок руководитель конструкторского отдела завода В.С.Будник подготовил необходимую документацию. Оставалась нерешенной проблема топлива — ракеты работали на спирте и кислороде. Кислород испарялся, емкости с кислородом обмерзали в любое время года. Требовались сотни специальных алюминиевых «цистерн-термосов» и резервуаров для компонентов ракетного топлива. Однако известные способы сварки не обеспечивали необходимого качества и не обладали достаточной производительностью для массового изготовления конструкций из листов толщиной 10–30 мм.

Руководство страны поручило Е.О.Патону организовать массовое производство цистерн. Этот выбор объясняется тем, что в 1946 г. сотрудник ИЭС Г.З.Волошкевич совместно с заводскими специалистами разработал конструкцию железнодорожных цистерн, внедрил автоматическую сварку и организовал поточное их производство на Ждановском заводе в Мариуполе (см. «Сварщик», №4–2011). Однако созданная в ИЭС еще в предвоенные годы технология дуговой автоматической сварки под флюсом предназначалась для сталей, и в годы Великой Отечественной войны ее применяли для изготовления бронеконструкций. Естественно, что для ускорения выполнения задания ракетчиков в институте пошли по пути развития уже известной технологии.

В 1952 г. Д.М.Рабикиным впервые в мире был разработан состав флюса и создан процесс автоматической дуговой сварки алюминия и его сплавов. Этот способ полу-



Автоматическая сварка по флюсу алюминиевой обечайки

Этот способ полу-

чил название «сварка по флюсу» — дуга не полностью погружалась в расплавленный шлак. Совместно с сотрудниками Ждановского завода (теперь Мариупольский завод им. Ильича) и «Уралвагонзавода» (Нижний Тагил), МИИТ и ЦНИИ МПС была спроектирована конструкция цистерны, соответствующая требованиям автоматической сварки и поточному производству на конвейере. Цистерны из сплава АМц толщиной 18 мм с надписью «Молоко» или «Нефть» и другие резервуары с мощной термоизоляцией были пригодны для длительного хранения компонентов ракетного топлива. Несколько лет технология сварки по флюсу применялась также для производства и других конструкций из алюминиевых сплавов. Однако для изготовления ракетных конструкций из сплавов АМг5 и АМг6 этот способ не обеспечивал требуемого качества соединения. Ракеты должны выдерживать высокую однократную пиковую нагрузку, но масса без груза и топлива должна быть минимально возможной. Поэтому толщина стенок топливных баков, которые составляют значительную часть ракеты-носителя, должна быть предельно минимальной и максимально прочной, т. е. конструкционные материалы должны иметь высокую удельную прочность. При этом необходимо обеспечить высокую точность размеров.

10 апреля 1954 г. Постановлением правительства №670-283 отдел Главного конструктора завода №586 был преобразован в самостоятельную организацию — Особое конструкторское бюро №586 (ОКБ-586 — п/я В-2289), главным конструктором назначен М.К.Янгель. К этому времени он стал заместителем директора НИИ-88, выработал свои взгляды на конструкции боевых межконтинентальных стратегических ракет-носителей, которые не совпадали с идеями Королева. Создавая новое ракетное КБ, руководство страны стремилось прекратить монополию Королева и ставило перед Янгелем задачу обеспечить продолжительное пребывание боевых ракет дальнего действия в заправленном состоянии, исключить на стартовой позиции большие, практически промысловые установки для возобновления запасов криогенных компонентов топлива. Однако для реализации этих замыслов, кроме прочего, необходимо было добиться абсолютной герметичности сварных и резьбовых соединений. Рядом правительственных постановлений ИЭС им. Е.О. Патона был включен в работы по



Цистерны для перевозки компонентов ракетного топлива

ракетной тематике. Участие в изготовлении изделий главных конструкторов С.П. Королева и М.К. Янгеля стало одной из основных задач ИЭС им. Е.О. Патона, а заводы «Прогресс» в Куйбышеве и Завод №586 (с 1.10.1966 г. — Южный машиностроительный завод (ЮМЗ)) вместе с КБ №586 (с 1.10.1966 г. — КБ «Южное» (КБЮ)) в Днепропетровске стали полигонами для отработки новых технологий. В конце 1950-х — начале 1960-х годов в большей степени готовыми для ракетостроения были процессы сварки, основанные на дуговом разряде. В ИЭС им. Е.О. Патона, НИАТ, НИКИМТ, ряде других институтов и в лабораториях ракетных КБ и заводов совершенствовался процесс аргонодуговой сварки. Он стал основной технологий, которые первыми нашли широкое применение для изготовления алюминиевых конструкций ракет-носителей.

Продолжение следует.

● #1186

Х МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2011

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



МЕТАЛЛО-ОБРАБОТКА
МЕТАЛЛОБЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРИМАСТ
ТЕХ**
ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**
СЕРТИФИКАЦИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ПЕРЕКРЕСТНО-ЛАБОРАТОРНОЕ И АСЫМЕТРИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**
ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТЕХ**
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВСТОР
ТЕХ**
КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБПОДРЯДЧИКИ
РАШЕРАБОТКА ПРОЕКТА КОМПЛЕКСА

Генеральные информационные партнеры:



Технический партнер:



ОРГАНИЗАТОР:
ООО "Международный выставочный центр"
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ
Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"

**22-25
НОЯБРЯ 2011 г.**



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

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

Информационная поддержка:



Открыта подписка–2011 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
	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
Днепропетровск	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Донецк	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 62-52-43
Ивано-Франковск	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
	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Нежин	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
Николаев	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ню Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Прилуки	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Севастополь	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
Харьков	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ –Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкассы	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. Лашенко. 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. Лашенко, 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

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 2011 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».**

1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131
1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140
1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149
1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158
1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167
1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176
1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185
1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194

Ф. И. О. _____

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

« _____ » _____ 2011 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 2011 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)	6000	800
2 и 7	205×285)	5500	750

На страницах внутренней обложки

Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*	Евро**
3 (1 полоса)	210×295	5000	700
4-6 (1 полоса)	210×295	4500	600
4-6 (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 рекламно-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/

Заполняется печатными буквами

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: mfo@elna.com.ua www.elna.com.ua



LORCH
MICOR
INSIDE
Новая технология



Сварочные технологии



20м



25м



5м

Немецкое качество от **LORCH**



Официальный дилер в Украине фирмы
LORCH Schweisstechnik GmbH

ООО «ДЕЛЬТА — СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»
49027, г. Днепропетровск, ул. Ворошилова, 12
Тел.: (056) 3742481, (056) 3742480
e-mail: info@delta.in.ua; www.delta.in.ua



УКРНІХРОМ



Sandvik Materials Technology (Швеція)
Ведущий производитель сварочных материалов

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



ThyssenKrupp VDM

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

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



Lincoln Electric (США)

Ведущий производитель сварочных аппаратов и сварочных материалов

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

e-mail: sale@ukrnichrom.com

www.ukrnichrom.com.ua

49006, г. Днепропетровск, пр. Пушкина, 40-б

Днепропетровск: (0 562)33-74-35, (0 56) 372-70-25; Донецк: (0 62) 348-36-68; Киев: (0 44) 501-44-53; Харьков: (0 93) 359-30-59