

 **Speedglas™**



3M™ Speedglas™ Зварювальна маска

З опцією кріплення на захисну каску



3M Україна

Бізнес-центр «Горизонт Парк»
вул. Амосова 12, 7-й поверх
Київ, 03680, Україна

Телефон: + 38 044 490 57 77

Факс: + 38 044 490 57 75

www.3m.com

Високотехнічні компоненти

Високоякісний фільтр автоматичного затемнення Speedglas 100 має відмінні оптичні якості, надійний та швидкий перехід зі світлого до темного і може використовуватися для більшості процесів дугового зварювання, таких як MMAW, MIG/MAG, TIG та інших. Легка у використанні зварювальна маска Speedglas 100 має ідеальний фільтр автоматичного затемнення, призначений для професійних зварників. Користувач Speedglas 100 завжди матиме можливість чітко бачити та буде захищений на найвищому рівні.

Тепер є можливість кріплення маски Speedglas 100 до захисної каски!

Захисна каска 3M™ Peltor™ G3001 виготовлена з високоякісного ABS-пластика, стійкого до впливу УФ випромінювання. Захисна каска Peltor G3001 є однією з найлегших касок на ринку, має бездоганні характеристики поглинання та розподілу навантаження від падаючих предметів.



ВЕЗДЕ, ГДЕ ЕСТЬ СВАРКА

- ♦ Сварочные материалы (проволоки, электроды, прутки, флюсы)
- ♦ Аксессуары и комплектующие для сварочных технологий
- ♦ Абразивные материалы и средства технической химии
- ♦ Средства индивидуальной защиты сварщиков
- ♦ Сварочное оборудование для автоматической, полуавтоматической, ручной сварки

e-mail: info@wutmarc.com.ua

www.wutmarc.com.ua

Киев
Донецк

т./ф. (044) 392 72 33
т./ф. (062) 348 33 38

Днепропетровск
Харьков

т./ф. (056) 790 86 64
т./ф. (057) 760 39 90



2 (84) 2012

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

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

2—2012

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий

4

Производственный опыт

Опыт эффективного промышленного применения плазменно-порошковой
наплавки. *Е.Ф. Переплетчиков*

6

Эксплуатационные испытания опытных осей колесных пар,
восстановленных плазменно-дуговой металлизацией.

*В.Д. Лебедь, В.И. Липисий, В.В. Нестыкайло, В.И. Зеленин, П.М. Кавуненко,
М.А. Полещук, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов*

12

Раскрой круглой заготовки. *М.М. Лилько*.

14

Наши консультации

20

Технологии и оборудование

Автоматизированная сварка монтажных стыков вертикальных
цилиндрических резервуаров из рулонированных конструкций.

В.М. Илюшенко, В.А. Лысенко, В.Н. Петриченко.

22

Упрочняющая обработка металлообрабатывающего инструмента
с использованием импульсно-плазменного устройства.

Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко, А.Н. Тищенко.

24

Fronius — высококачественное оборудование и значительная экономия
для производителей сварных конструкций.

28

Анализ трибологических характеристик баббитовых покрытий, полученных
активированной дуговой металлизацией и альтернативными методами.

*Ю.С. Коробов, С.В. Невежин, М.А. Филиппов, Л.В. Гоголев, В.В. Илюшин,
Б.А. Потехин*

30

Оборудование для сварки встык полимерных труб нагретым инструментом.

Н.П. Нестеренко, А.Н. Гальчун, В.Ю. Кондратенко

34

Инверторные машины для контактной микросварки.

П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.И. Лихачев.

36

Методы активизации решения творческих инженерных задач. *Г.И. Лашенко* . .

40

Зарубежные коллеги

48

Выставки и конференции

Календарь выставок на 2012 г.

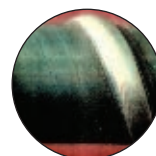
50

Страницы истории

Трудный путь легкого металла в ракетостроение.

Электронно-лучевая сварка. *А.Н. Корниенко*

52



Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Досвід ефективного промислового застосування плазмово-порошкового наплавлення. <i>С.Ф. Перепльотчиков</i>	6
• Експлуатаційні випробування дослідних осей колісних пар, відновлених плазмово-дуговою металізацією. <i>В.Д. Лебедь, В.І. Ліпій, В.В. Нестикайло, В.І. Зеленін, П.М. Кавуненко, М.А. Полещук, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов</i>	12
• Розкрій круглої заготовки. <i>М.М. Лілько</i>	14
Наші консультації	20
Технології й устаткування	
• Автоматизоване зварювання монтажних стиків вертикальних циліндричних резервуарів з рулонованих конструкцій. <i>В.М. Ілюшенко, В.А. Лисенко, В.Н. Петриченко</i>	22
• Зміцнююча обробка металообробного інструмента з використанням імпульсно-плазмового пристрою. <i>Ю.М. Тюрін, О.В. Колісниченко, А.Н. Тищенко</i>	24
• Fronius — високоякісне встаткування й значна економія для виробників зварних конструкцій	28
• Аналіз трибологічних характеристик бабітових покриттів, отриманих активованою дуговою металізацією й альтернативними методами. <i>Ю.С. Коробов, С.В. Невежин, М.А. Філіппов, Л.В. Гоголев, В.В. Ілюшин, Б.А. Потехін</i>	30
• Устаткування для зварювання встик полімерних труб нагрітим інструментом. <i>Н.П. Нестеренко, А.Н. Гальчун, В.Ю. Кондратенко</i>	34
• Інверторні машини для контактної мікрозварювання. <i>П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.І. Ліхачов</i>	36
• Методи активізації рішення творчих інженерних завдань. <i>Г.І. Лашченко</i>	40
Зарубіжні колеги	48
Виставки й конференції	
• Календар виставок на 2012 р.	50
Сторінки історії	
• Важкий шлях легкого металу в ракетобудування. Електронно-променеве зварювання. <i>А.М. Корнієнко</i>	52
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Production experience	
• Experience of effective industrial application plasma-powder cladding. <i>E.F.Pereplechikov</i>	6
• Operational tests of skilled axes of wheel pairs restored plasma-arc metallization. <i>V.D.Lebed', V.I.Lipisiy, V.V.Nestikaylo, V.I.Zelenin, P.M.Kovunenko, M.A.Polechchuk, V.V.Tistnikov, S.V.Bondarev, S.A.Gavrilov</i>	12
• Cutting of round preparation. <i>M.M.Lil'ko</i>	14
Our consultations	20
Technologies and equipment	
• The automated welding of assembly joints of vertical cylindrical tanks from roll-designs. <i>V.M.Ikyushenko, V.A.Lisenko, V.N.Petrichenko</i>	22
• Hardening processing of the metalcutting tool with use of the impulse-plasma device. <i>Yu.Tyurin, O.V.Kolisnichenko</i>	24
• Fronius — high-quality equipment and significant economy for the manufacturers of welded designs	28
• The analysis tribology characteristics babbit coverings received activated arc metallization and alternative methods. <i>Yu.S.Korobov, S.N.Nevzchin, M.A.Filippov, L.V.Gogolev, V.V.Ilushin, V.A.Potekhin</i>	30
• The equipment for butt welding of polymeric pipes by the heated up tool. <i>N.P.Nesterenko, A.N.Gal'chun, V.Yu.Kondratenko</i>	34
• Inverter machine for resistance microwelding. <i>P.D.Fedorov, N.Ya.Smirnov, D.I.Lishachev</i>	36
• Methods of activation of the decision of creative engineering tasks. <i>G.I.Lashchenko</i>	40
The foreign colleagues	48
Exhibitions and conferences	
• Calendar of exhibitions on 2012	50
Pages of a history	
• Difficult way of easy metal in rocket building. Electron beam welding. <i>A.N.Kornienko</i>	52

Учредители	Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Общество с ограниченной ответственностью «Экотехнология»
Издатель	ООО «Экотехнология»
Издание журнала поддерживают	Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»
	Журнал издается при содействии UNIDO
Главный редактор	Б. В. Юрлов
Зам. главного редактора	Е. К. Доброхотова, В. Г. Абрамишвили
Редакционная коллегия	В. В. Андреев, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Ілюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев
Редакционный совет	В. Г. Фартушный (председатель), Н. В. Высоколян, Н. М. Кононов, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин, А. Д. Размышляев, А. В. Щербак
Редакция	Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина
Маркетинг и реклама	Т. И. Коваленко
Верстка	Т. Д. Пашигорова
Адрес редакции	03150 Киев, ул. Горького, 66
Телефон	+380 44 528 3523, 200 5361
Тел./факс	+380 44 287 6502, 287 6602
E-mail	welder@welder.kiev.ua, welder.kiev@gmail.com
URL	http://www.welder.kiev.ua/
Представительство в Беларуси	Минск Вячеслав Дмитриевич Сиваков +375 17 213 1991, 246 4245
Представительство в России	Москва, ООО «Центр трансфера технологий» ИЭС им. Е. О. Патона В. В. Сипко +7 499 922 6986 e-mail: ctt94@mail.ru www.welder.msk.ru
Представительство в Латвии	Рига, Ирина Бойко +371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.) e-mail: irinaboyko@inbox.lv
Представительство в Литве	Вильнюс, Вячеслав Арончик +370 6 999 9844 e-mail: info@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 06.04.2012. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 1435 от 06.04.2012. Тираж 3000 экз. Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2012. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013. © ООО «Экотехнология», 2012

Опыт эффективного промышленного применения плазменно-порошковой наплавки



Е.Ф. Переплетчиков

Описаны области применения плазменно-порошковой наплавки (ППН). Рассмотрена эффективность ППН при различных процессах. Даны характеристики надежности наплавленных деталей. Рассмотрены технология и оборудование для ППН, разработанные в ИЭС им. Е.О.Патона.

Раскрой круглой заготовки

М.М. Лилько

Описан опыт резки трубной заготовки на мерные длины на предприятии ООО «Завод Темп». Приведены режимы резки. Рассмотрены последовательность работы и ее особенности. Дана схема контроля и управления процессом резки заготовки.

Автоматизированная сварка монтажных стыков вертикальных цилиндрических резервуаров из рулонированных конструкций

В.М. Илюшенко, В.А. Лысенко, В.Н. Петриченко

Освещен опыт применения автоматизированной сварки монтажных стыков при изготовлении резервуаров вместимостью 10 тыс. м³. Приведена разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона технология автоматизированной сварки с принудительным формированием металла шва для выполнения стыковых вертикальных швов.

Упрочняющая обработка металлообрабатывающего инструмента с использованием импульсно-плазменного устройства

Ю.Н. Тюрин, О.В. Колисниченко, А.Н. Тищенко

Рассмотрена импульсно-плазменная технология модифицирования рабочей кромки инструмента концентрированными потоками металлогосодержащей плазмы. Описан специализированный плазмотрон. Приведены результаты экспериментов и промышленных испытаний.

Анализ трибологических характеристик баббитовых покрытий, полученных активированной дуговой металлизацией и альтернативными методами

Ю.С. Коробов, С.В. Невежин, М.А. Филиппов, Л.В. Гоголев, В.В. Илюшин, Б.А. Потехин

Проведены сравнительные трибологические испытания по определению коэффициента трения и интенсивности изнашивания баббитовых покрытий, полученных турбулентным литьем, газовой наплавкой, плазменным напылением и активированной дуговой металлизацией. Результаты проанализированы на основе микроструктурного металлографического анализа.

Оборудование для сварки встык полимерных труб нагретым инструментом

Н.П. Нестеренко, А.Н. Гальчун, В.Ю. Кондратенко

Приведена разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона механизированная установка для сварки встык нагретым инструментом полиэтиленовых труб диаметром 160–400 мм для работы в полевых условиях. Использован пневмопривод для перемещения труб, зажатых в центраторе, а также для механической обработки торцов свариваемых труб.

Инверторные машины для контактной микросварки

П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.И. Лихачев

Рассмотрены традиционные инверторные машины для контактной сварки. Описана машина контактной сварки МТЧ-5.05, разработанная и изготовленная ЗАО «Технолог-С». Приведены технические характеристики машины и ее элементы.

Методы активизации решения творческих инженерных задач

Г.И. Лашенко

В продолжение рассмотренных методов активизации решения творческих инженерных задач рассмотрены методы морфологического ящика, метод конструирования Р.Коллера, алгоритм решения инженерных задач АРИЗ. Дан перечень типовых приемов устранения технических противоречий (40 наименований).

Досвід ефективного промислового застосування плазмово-порошкового наплавлення



Є.Ф. Переплютьчиков

Описано області застосування плазмово-порошкового наплавлення (ППН). Розглянуто ефективність ППН при різних процесах. Дано характеристики надійності наплавлених деталей. Розглянуто технологію й устаткування для ППН, розроблені в ІЕЗ ім. Є.О.Патона.

Розкрій круглої заготовки

М.М. Лілько

Описано досвід різання трубної заготовки на мірні довжини на підприємстві ТОВ «Завод Темп». Наведено режими різання. Розглянуто послідовність роботи і її особливості. Дано схему контролю й керування процесом різання заготовки.

Автоматизоване зварювання монтажних стиків вертикальних циліндричних резервуарів з рулонуваних конструкцій

В.М. Ілюшенко, В.А. Лисенко, В.Н. Петриченко

Висвітлено досвід застосування автоматизованого зварювання монтажних стиків при виготовленні резервуарів місткістю 10 тис. м³. Наведено розроблену в ІЕЗ ім. Є.О.Патона технологію автоматизованого зварювання із примусовим формуванням металу шва для виконання стыкових вертикальних швів.

Зміцнююча обробка металлообробного інструмента з використанням імпульсно-плазмового пристрою

Ю.М. Тюрін, О.В. Колісниченко, А.Н. Тищенко

Розглянута імпульсно-плазмова технологія модифікування робочої кромки інструмента концентрованими потоками плазми, що містить метал. Описано спеціалізований плазмотрон. Наведено результати експериментів і промислових випробувань.

Аналіз трибологічних характеристик бабітових покриттів, отриманих активованою дуговою металізацією й альтернативними методами

Ю.С. Коробов, С.В. Невежин, М.А. Філіппов, Л.В. Гоголев, В.В. Ілюшин, Б.А. Потехін

Проведено порівняльні трибологічні випробування по визначенню коефіцієнта тертя й інтенсивності зношування бабітових покриттів, отриманих турбулентним литтям, газовим наплавленням, плазмовим напылюванням і активованою дуговою металізацією. Результати проаналізовані на основі мікроструктурного металлографічного аналізу.

Устаткування для зварювання встик полімерних труб нагрітим інструментом

Н.П. Нестеренко, А.Н. Гальчун, В.Ю. Кондратенко

Наведено розроблену в ІЕЗ ім. Є.О. Патона механізовану установку для зварювання встик нагрітим інструментом поліетиленових труб діаметром 160–400 мм для роботи в польових умовах. Використаний пневмопривід для переміщення труб, затиснутих у центраторі, а також для механічної обробки торців труб, що зварюються.

Інверторні машини для контактного мікрозварювання

П.Д. Федоров, Н.Я. Смирнов, Д.І. Ліхачов

Розглянуто традиційні інверторні машини для контактного зварювання. Описано машину контактного зварювання МТЧ-5.05, розроблену й виготовлену ЗАТ «Технолог-3». Наведені технічні характеристики машини і її елементи.

Методи активізації рішення творчих інженерних завдань

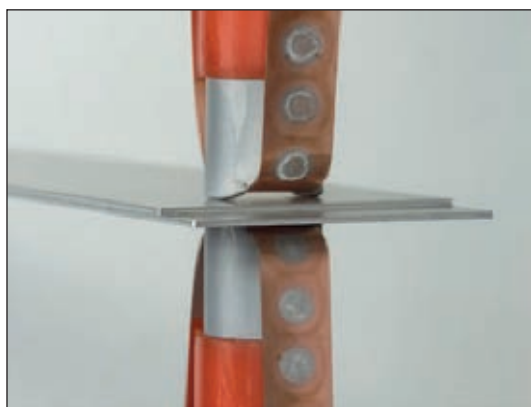
Г.І. Лашенко

У продовження розглянутих методів активізації рішення творчих інженерних завдань розглянуті методи морфологічного ящика, метод конструювання Р.Коллера, алгоритм рішення інженерних завдань АРІЗ. Дано перелік типових прийомів усунення технічних протиріч (40 найменувань).

Точечная сварка алюминиевых деталей



Компания Georg Fischer Automotive, поставщик автомобильных комплектующих, успешно использует альтернативную версию точечной сварки сопротивлением. В отличие от традиционной точечной сварки технология DeltaSpot обеспечивает высокопроизводительное соединение алюминия.



Эксперты компании Georg Fischer совместно с партнером по сварочным системам Fronius разработали решение для дверных рам нового автомобиля Porsche Panamera.

Отличительной особенностью оборудования DeltaSpot является перемещающаяся процесс-лента, позволяющая значительно сократить изнашивание электродов и регулировать или оптимизировать тепловое воздействие на место соединения.

В автомобильной промышленности из алюминия изготавливают как рамки тол-

щиной 3 мм, так и прикрепляемые к ним для повышения жесткости дверей детали из листового металла толщиной 2 мм. Специалисты изучили многие способы исходя из технологичности и экономической целесообразности: традиционную точечную сварку сопротивлением, ротационную сварку трением, пуклевку, клепку, а также склеивание. В процессе отбора технология DeltaSpot показала себя как самый подходящий способ сварки. Литые под давлением детали из алюминия с покрытием и алюминиевые листы, сваренные этим способом, прошли проверку качества.

В отличие от традиционной точечной сварки сопротивлением при использовании данного способа сварной шов, состоящий из точек и соединяющий непосредственно дверь с рамками двери автомобиля, образуется почти без брызг. Обусловленное температурными условиями коробление изделия сокращается до минимума и при необходимости может быть исправлено. Технология DeltaSpot также обеспечивает необходимую высокую размерную точность на внешнем фланце. Пуклевка и клепка не выполняли этих требований, а также вызывали повреждения поверхности из-за деформирующего механического воздействия. Клеевые же соединения нельзя нагружать во время затвердевания, а клейкая среда, которая загрязняет поверхность, будет мешать последующим или параллельно проходящим процессам сварки.

С помощью перемещающейся процесс-ленты получают равномерно воспроизводимую точку. Сварка двери в таковом режиме занимает около 100 с и не требует последующей обработки поверхности. Для подобных случаев применение технологии DeltaSpot наиболее эффективно.

● #1218

Компания Fronius



Президент наградил Б.Е. Патона орденом Свободы

Президент Украины Виктор Янукович подписал Указ № 28/2012 «О вручении государственных наград Украины по случаю Дня Соборности и Свободы Украины». Текст документа размещен на официальном сайте главы государства.

Этим Указом «за значительный личный вклад в социально-экономическое, научно-техническое, культур-

но-образовательное развитие независимого Украинского государства, весомые трудовые достижения, многолетний добросовестный труд» орденом Свободы награжден президент Национальной академии наук Украины, директор Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, академик НАН Украины Борис Евгеньевич Патон.

● #1219

www.unian.net

Электромагнит У6 для магнитопорошкового контроля

Электромагнит У6 обеспечивает наведение магнитных полей переменного и/или постоянного тока в ферромагнитных материалах для выявления поверхностных и приповерхностных дефектов.

Прибор имеет небольшую массу (3,5 кг), площадь полюсов 25×25 мм и обеспечивает возможность регулирования положения на-

Техническая характеристика:

Напряжение питания (50 Гц) 230/12

Сила тока питания, А 2

Подъемная сила при расстоянии между полюсами 140 мм, кг:

переменный ток 10,5

постоянный ток 32

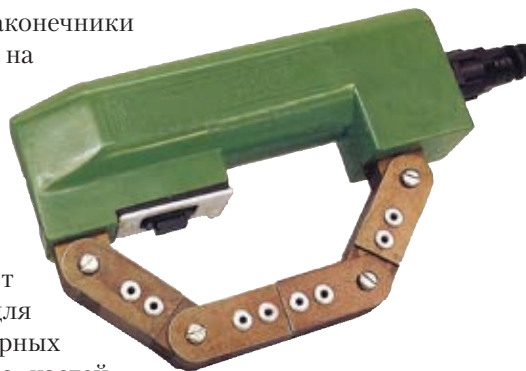
Максимальная зона контроля, мм 250

конечников. Наконечники можно настроить на расстояние от 25 до 250 мм, что позволяет осматривать детали различной геометрической формы.

Электромагнит У6 используют для проверки сварных швов, для осмотра частей автомобиля, стальных деталей и деталей из серого ферритного чугуна.

На наконечнике магнита закреплен источник света. Лампочка включается автоматически при возбуждении переменного магнитного поля — это удобно при работе в темном помещении.

● #1220
МЧТПП «Онико» (Киев)



Летом 2012 г. НТТЗ установит линию по производству круглых труб диаметром от 15 до 80 мм

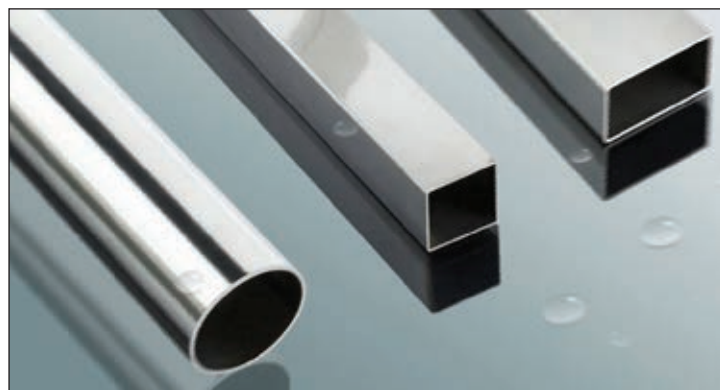
Ровно год назад состоялась официальная церемония открытия Нижнетагильского трубного завода компании Металлинвест по производству профильной трубы. За это время завод окреп, были пройдены все этапы пуско-наладочных работ и освоено 100% возможных позиций ассортиментной линейки, труб квадратного сечения (от 80×80 до 200×200 мм) и прямоугольного сечения (120×80 до 200×160 мм) с толщиной стенки от 4 до 8 мм из углеродистых С245(ЗСП) и низколегированных сталей С345(09Г2С).

Благодаря работе завода в круглосуточном режиме объем выпуска продукции за этот период составил более 56 000 т.

Производство оснащено современным высокотехнологичным оборудованием по производству стальных электросварных труб.

На НТТЗМ установлены 2 линии по производству электросварных труб. В состав линий входят: агрегат продольной резки листа, линия по производству электросварных труб, трубогибочная линия, а также обслуживающие системы инженерных коммуникаций и вспомогательные системы. Сварка осуществляется токами высокой частоты. На всю выпускаемую продукцию получены соответствующие сертификаты.

Была проделана работа по выходу на стабильное производство, по подготовке



логистического центра к значительному увеличению грузооборота.

На сегодняшний день завод производит отгрузку потребителям по всей территории РФ и в зарубежные страны. В дальнейших планах предприятия установка линии трубы, позволяющая производить номенклатуру диаметром от 15 до 80 мм (установка планируется в Нижнем Тагиле в июне 2012 г.). Данные линии позволят расширить номенклатуру квадратной и начать производство круглой трубы. Общая суммарная производственная мощность НТТЗМ после установки линий составит более 500 000 т в год.

Директор НТТЗМ М. Петелин выступит на конференции «Рынок стальных труб и региональный сбыт», которая пройдет в Екатеринбурге 31 мая — 1 июня, и расскажет о планах развития компании в ближайшей перспективе.

● #1221
www.metalinfo

Опыт эффективного промышленного применения плазменно-порошковой наплавки

Е.Ф. Переплетчиков, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Плазменно-порошковая наплавка (ППН) в целом ряде производств при изготовлении новых деталей превратилась в обязательный технологический процесс. Многие детали современного машиностроения изготавливают с наплавкой их материалами с максимальной стойкостью против изнашивания, коррозии, воздействия высоких температур и других неблагоприятных факторов. Широко используют этот способ и при восстановлении изношенных деталей.

Накопленный в ИЭС им. Е.О. Патона опыт показал существенную эффективность применения ППН при следующих процессах:

- наплавке никелевых, кобальтовых и других сплавов, в которых допускается незначительная (менее 5–8%) примесь железа;
- нанесении высоколегированных сплавов, для механизированной наплавки которых сложно или невозможно изготовить электродный материал в виде проволоки или ленты. При этом исключаются трудности металлургического характера, связанные с плохой отделимостью шлаковой корки, наличием шлаковых включений;
- наплавке тонких и узких слоев с малым проплавлением основного металла, когда по конструктивным соображениям требуется нанести всего несколько граммов сплава с особыми эксплуатационными свойствами;
- наплавке износостойкими сплавами деталей, требующих последующей механической обработки только одним способом — шлифованием. Благодаря отличному формированию валиков уменьшаются припуски на обработку;
- восстановлении деталей с малым износом.

При анализе возможных областей применения ППН необходимо учитывать, что технико-экономическая эффективность наплавки определяется не столько стоимостью самого технологического процесса и применяемых материалов, сколько достигаемым при этом увеличением срока службы деталей. Практика показала, что рассматри-

ваемый процесс обеспечивает высокую работоспособность деталей за счет отличного качества наплавки, высокой однородности наплавленного металла и благоприятной его структуры, обусловленными специфическими условиями кристаллизации сварочной ванны. ППН экономически успешно конкурирует с ручной наплавкой и во многих случаях с механизированной дуговой наплавкой проволокой или лентой под флюсом. Следует также отметить, что присадочные порошки для плазменной наплавки дешевле соответствующих порошковой проволоки и лент.

Порошки могут быть получены практически из любого пригодного для наплавки сплава независимо от его твердости, пластичности, степени легирования и других свойств, и с этой точки зрения они являются универсальным присадочным материалом. Как показывает опыт, для ППН наиболее эффективно применение порошков с гранулометрическим составом 63–250 мкм. Оптимальный гранулометрический состав порошка зависит, главным образом, от конструкции плазмотрона.

Порошки для ППН должны обладать определенным комплексом свойств, обеспечивающих стабильную работу наплавочного оборудования и высокое качество наплавленного металла. Наряду с заданным химическим составом они должны иметь оптимальный гранулометрический состав, хорошую сыпучесть, плотное строение частиц, минимальное содержание газов и пр. В сущности, качество порошка определяет эффективность применения плазменной наплавки.

В промышленности нашли применение, главным образом, два способа получения металлических наплавочных порошков: распыление жидкого металла водой; распыление инертным или защитным газом с охлаждением в воде или охлаждением в среде того же газа.

Первый вариант самый экономичный, однако не всегда дает требуемое качество

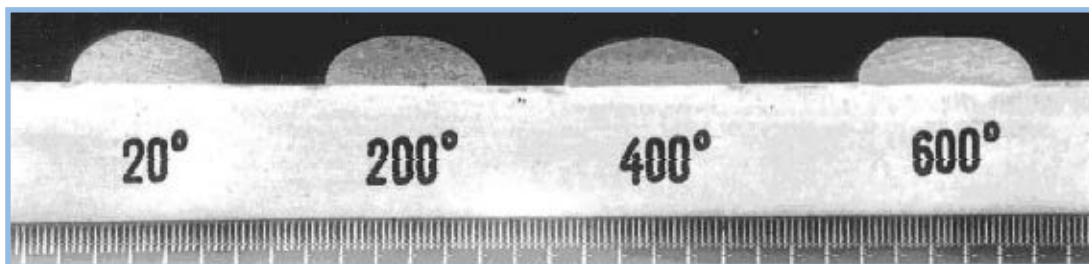


Рис. 1. Макрошлифы валков, наплавленных порошком кобальтового стеллита (производительность подачи порошка 6 кг/ч) на нержавеющую сталь, при различной температуре подогрева и силе тока наплавки 190 А

порошка. Этот способ обеспечивает получение сферических порошков, пожалуй, лишь при распылении борсодержащих никелевых сплавов и в меньшей мере сплавов на основе кобальта и железа. Распыление инертным или защитным газом дает несравнимо лучшие результаты с точки зрения как выхода порошка с требуемым гранулометрическим составом, так и его качества (формы частиц, содержания газов и пр.).

В Западной Европе наплавочные порошки выпускают фирмы «Кастолин-Эвтектик», «Делоро Стеллит», «Хоганас» и др. В России порошки производит промышленно-металлургический холдинг «Полема», в Украине — ОАО «Торезтвёрдосплав». Для зарубежной практики характерны значительно большие объемы производства и широкая номенклатура порошков, чем в России и Украине. По химическому составу однотипные наплавочные порошки разных производителей, по существу, одинаковы либо очень близки. Большинство порошков хорошо известны специалистам, которые занимаются наплавкой и напылением. Исследования в этой области идут в направлении повышения качества наплавочных порошков и расширения их сортамента.

ППН особенно эффективна в условиях серийного производства арматуры различного назначения с уплотнительными поверхностями, наплавленными сплавами на основе кобальта, никеля, железа и меди. Накоплен большой практический опыт наплавки как мелких деталей — задвижек, вентилях (DN50), так и крупных (DN1000 и выше) для стационарных и транспортных энергетических установок, химических предприятий, нефте- и газопроводов.

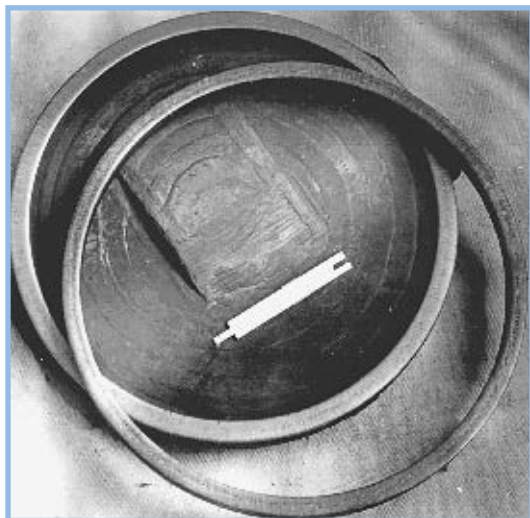
В судостроительной и химической промышленности для наплавки деталей арматуры зачастую используют сплавы на основе кобальта — стеллиты. Как известно, наплавка стеллитами сопряжена со значительными трудностями, обусловленными в основном плохой пластичностью большинства известных сплавов, большой склонностью к образованию трещин, а также низким

допустимым содержанием железа в наплавленном металле. Основным средством борьбы с трещинами является предварительный и сопутствующий подогрев наплавливаемых заготовок. Исследования, выполненные в ИЭС им. Е.О. Патона, показали, что эффективным средством борьбы с образованием трещин является дополнительное легирование кобальтовых сплавов 4–8% никеля и 0,6–0,9% бора. Присадка никеля повышает пластичность наплавленного металла, а бор, образуя легкоплавкую боридную эвтектику, способствует заживлению горячих трещин. При этом сохраняется высокая коррозионная стойкость, характерная для кобальтовых сплавов. Проведенные исследования позволили разработать новый наплавочный порошок ПН-АН34.

Низкое содержание железа в наплавленном слое при ППН обеспечивается за счет малого проплавления основного металла. Наряду с малым угаром легирующих элементов это позволяет получать металл требуемого состава уже в первом слое. Осуществлять наплавку деталей крупных размеров (DN>200) без подогрева не удастся. При предварительном подогреве заготовки проплавление основного металла неизбежно увеличивается. Однако, поскольку борсодержащий сплав ПН-АН34 по сравнению с традиционными стеллитами имеет более низкую температуру плавления, плазменную наплавку выполняют при меньшей эффективной тепловой мощности источника и, следовательно, с меньшим термическим воздействием на основной металл. Благодаря этому даже при предварительном подогреве до 600°C вполне возможно получить малое проплавление (рис. 1).

Плазменно-порошковая наплавка кобальтовым стеллитом с бором очень технологичный и удобный способ ремонта деталей различных форм и размеров, позволяющий повысить их ресурс за счет высокого качества наплавленного металла. Примером может служить восстановление ППН с использованием порошка ПН-АН34 изношенных деталей крупных задвижек DN900

Рис. 2. Седло и плашка задвижки DN 900 мм, наплавленные плазменным способом порошком ПН-АН34



(рис. 2), эксплуатируемых при температуре до 630°C и срабатывающих на открытие-закрытие 24 000 раз в год. Опыт эксплуатации восстановленных задвижек показал, что скорость их изнашивания на 30% ниже, чем у новых деталей, которые изначально наплавливают сплавом стеллит № 6.

Существенную долю арматуры в судовом машиностроении наплавливают сплавами на основе меди. Использование в этом случае ППН на обратной полярности взамен ручной аргонодуговой наплавки позволяет за счет более низкого тепловложения в основной металл получить наплавленный металл с минимальным содержанием железа и биметаллическое соединение с высокими механическими свойствами. Применение ППН с использованием порошка ПР-БрАЖНМц 8,5-4-5-1,5 взамен аргонодуговой наплавки бронзы БрАМц 9-2 позволило в 3–8 раз повысить производительность труда и в 2 раза сократить расход присадочного металла.

ППН является основным способом производства энергетической арматуры для пара с температурой до 570°C и давлением до 26 МПа и воды с температурой 280°C и давлением 38 МПа. На уплотнительные поверхности деталей затвора преимущественно наплавливают сплавы на основе никеля с бором и кремнием с твердостью 45–50 HRC₃. Длительный опыт эксплуатации показал, что уплотнительные поверхности, наплавленные никелевым сплавом, имеют хорошую стойкость против задира и образования трещин термической усталости. Однако по стойкости против коррозии в водяном паре с температурой выше 500°C никелевые сплавы уступают кобальтовым стеллитам и сплавам на основе железа типа

X16H7Г4С4М5Б (ЦН-12). Кроме того, при наплавке никелевых сплавов на низкоуглеродистые или низколегированные стали возникали случаи скола наплавленного металла. Исследования, выполненные в ИЭС им. Е.О. Патона, показали, что стойкость NiCrSiB-сплавов в водяном паре сильно зависит от химического состава и определяется типом боридов в структуре сплава. При окислении борида хрома Cr₂B образуется боратное стекло Cr₂O₃–B₂O₃, тугоплавкое и стойкое к водяному пару. Иначе ведет себя Ni₃B, так как сродство никеля к кислороду существенно меньше, чем хрома. Термодинамические расчеты показали, что наиболее вероятными продуктами окисления Ni₃B являются Ni и B₂O₃. Борный ангидрид в присутствии водяного пара образует растворимую и летучую кислоту H₃BO₃. В результате происходит разрыхление оксидной пленки, что приводит к ускорению коррозии. Эти явления устраняются при повышении содержания хрома и снижении содержания бора в сплаве. В связи с этим для наплавки энергетической арматуры разработан новый никелевый порошок ПГ-НХ25С5Р (ТУ 14-22-33-90). Он отличается хорошей стойкостью против задира, термической выносливостью и особенно высокой жаростойкостью в водяном паре.

С целью выявления наиболее важных факторов, изменяющих прочность сцепления наплавленного и основного металла, исследовали влияние химического состава NiCrSiB-сплавов и основного металла (стали 20, 35, 12Х1МФ и Армко-железо) на свойства зоны сплавления после различных режимов термической обработки. Установлено, что склонность к разрушению (сколы) по границе сплавления связана с образованием хрупкой диффузионной прослойки при определенных температурах термической обработки наплавленных деталей. При этом ведущая роль в образовании хрупкой диффузионной прослойки принадлежит углероду и бору. Отпуск наплавленных деталей приводит не к снятию собственных напряжений, а лишь к их перераспределению.

Повышение прочности соединения наплавленного никелевого сплава с бором и кремнием со сталью 20 достигается за счет снижения температуры отпуска по сравнению с температурой, рекомендованной для термической обработки стали 20. При этом, как показывает опыт, снижение температуры отпуска не приводит к снижению работоспособности изделия.

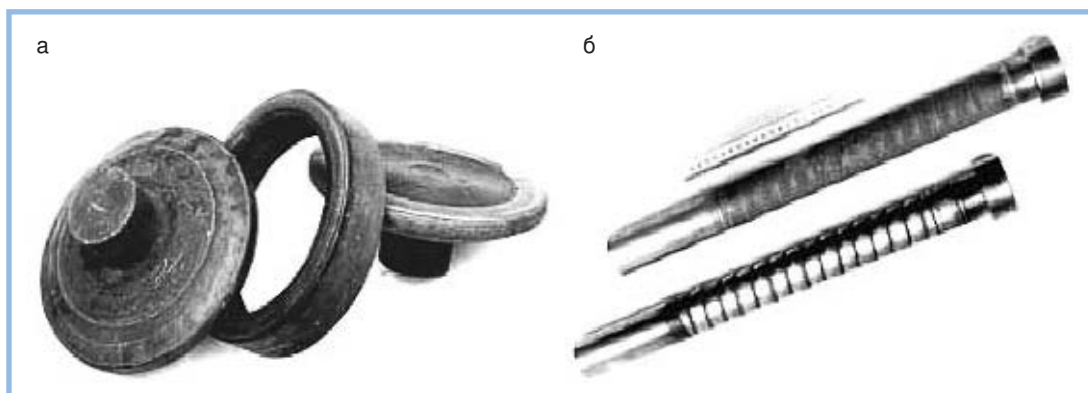


Рис. 3. Внешний вид деталей задвижек для гидротранспортировки угля, наплавленных плазменно-порошковым способом: а — детали затвора; б — штоки

Проведенные исследования позволили разработать промышленную технологию ППН никелевых сплавов на детали арматуры из низкоуглеродистых сталей. Многолетний опыт применения ППН в энергетическом арматуростроении свидетельствует о том, что она обеспечивает высокое качество и надежность работы арматуры. Средняя наработка до отказа (т. е. до появления трещин на уплотнительных поверхностях) максимальная у деталей с плазменной наплавкой (таблица). Ежегодно наплавляются тысячи штук деталей арматуры DN100-400.

Важной составляющей оборудования терминальных систем и линейной части трубопроводов для гидротранспорта на предприятиях горнорудной (добыча и переработка руд черных и цветных металлов), угольной (обогащительные фабрики, гидродобыча), цементной и других отраслей промышленности является арматура. Общепромышленная арматура в условиях гидроабразивного, коррозионного и кавитационного изнашивания, характерных для этого вида трубопроводов, имеет катастрофически низкий ресурс работы. В качестве наплавочного материала для контактных поверхностей запорных элементов арматуры для трубопроводов гидротранспорта был предложен высокохромистый сплав 250X30C2ГР (порошок ПГ-АН1 по ГОСТ 21448-75).

Применение плазменной наплавки (рис. 3) порошком ПГ-АН1 в сочетании с созданием оригинальных конструкций износостойкой арматуры DN100-400 обусловили повышение ее ресурса в 5–10 раз по сравнению с ресурсом арматуры общепромышленного назначения.

Благодаря исследованиям, выполненным в ИЭС им. Е.О. Патона, снят вопрос о создании производства наплавленных деталей арматуры для устьевого оборудования нефтяных и газовых скважин. ППН оказалась эффективной для деталей затвора пря-

Таблица. Характеристика надежности наплавленных деталей задвижек энергоблоков мощностью 300 МВт

Тип наплавленного металла и способ наплавки	Деталь	Средняя наработка до отказа, тыс. ч
190K62X29B5C2 (наплавка электродами ЦН-2)	Седло	10,1
	Тарелка	4,1
13X16H8M5C5Г4Б (наплавка электродами ЦН-12)	Седло	20,4
	Тарелка	10,6
08X17H8C6Г (наплавка электродами ЦН-6)	Седло	—
	Тарелка	7,0
60H73X16C3P3 (плазменно-порошковая наплавка)	Седло	210,0
	Тарелка	46,7



Рис. 4. Седла и шиберы фонтанных задвижек DN 50, наплавленные плазменно-порошковым способом

моточных шиберных задвижек, подвергающихся воздействию коррозионных сред с содержанием сероводорода и углекислого газа до 25% при давлении до 70 МПа и температуре среды от минус 60°С до плюс 43°С. Надежную работу фонтанной арматуры обеспечивает особая конструкция и применение для наплавки седел и шиберов никелевых сплавов с высокой твердостью и коррозионной стойкостью (рис. 4). Безотказная работа наплавленных деталей запорной арматуры составляет не менее 10 лет.

Значительный интерес представляет разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона технология ППН червяков экструдеров полимерных машин, работающих в условиях ин-

тенсивного абразивного изнашивания и коррозионного воздействия среды. Незначительный износ червяков обуславливает падение производительности экструдеров, что вызывает частую замену этих дорогих и сложных в изготовлении деталей. Особенностью разработки является решение проблемы прецизионной наплавки на узкую подложку (гребень витка червяка), т. е. на поверхность, ширина которой не превышает ширины сварочной ванны. Одновременно с созданием технологии наплавки проводили разработку нового наплавочного порошка ПР-Х18ФНМ (ПН-АН2) по ТУ 14-1-4156-86. ППН этим порошком отличается высокой стабильностью процесса и отличным формированием наплавленных валиков (рис. 5). Особенно эффективна плазменная наплавка при ремонте червяков, так как позволяет при незначительных затратах не только восстановить дорогостоящую деталь, но при этом повысить ее эксплуатационную стойкость, а кроме того, восстанавливать изношенные детали можно неоднократно. Промышленный опыт показал, что стойкость червяков с плазменной



Рис. 5.
Фрагмент
наплавлен-
ного червяка
экструдера

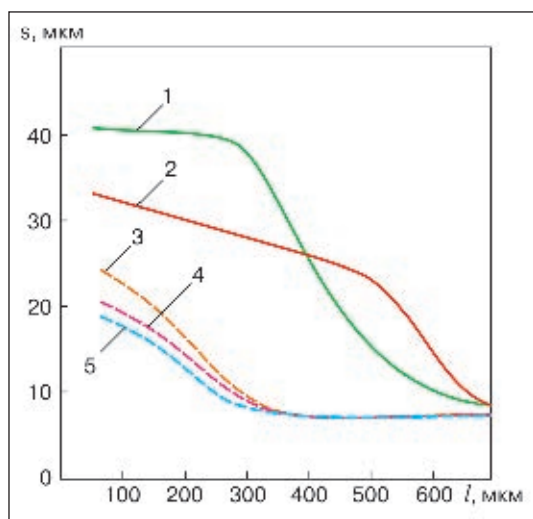


Рис. 6. Изменение размера зерна s в зависимости от расстояния до границы сплавления l при индукционной (1–2) и плазменно-порошковой наплавке (3–5) клапанов различными сплавами: 1, 3 — K60X30BC; 2, 4 — никелевый сплав ЭП-616А; 5 — K25X25H20B12

наплавкой порошком ПН-АН2 увеличилась в 10 раз по сравнению с износостойкостью азотированных червяков из стали 40ХНМА.

Универсальность и гибкость ППН проявились при ее промышленном применении для упрочнения выпускных клапанов ДВС различных типоразмеров, начиная с клапанов легковых автомобилей (диаметр 20–35 мм) и заканчивая клапанами мощных судовых дизелей с диаметром 300–450 мм. Этот процесс позволяет использовать более широкую гамму присадочных материалов, чем при индукционной наплавке литыми кольцами или аргонодуговой прутками. Кроме того, при наплавке клапанов в полной мере проявляется важнейшее преимущество ППН — возможность нанесения тонких слоев с малым термическим воздействием на основной металл. Зона между основным и наплавленным металлом при наплавке никелевых сплавов составляет 50–100 мкм, а кобальтовых — 100–150 мкм. Ширина зоны перегрева с крупным аустенитным зерном при плазменной наплавке составляет 0,2–0,3 мм. Это выгодно отличает ее от индукционной наплавки, при которой основной металл неизбежно подвергается сильному перегреву с образованием обширной зоны крупного зерна (рис. 6), что зачастую является причиной усталостного разрушения клапанов в процессе эксплуатации.

ППН наиболее эффективна при массовом производстве новых выпускных клапанов ДВС. В то же время ее достаточно широко применяют при ремонте изношенных клапанов и седел мощных судовых дизелей. На рис. 7 показаны наплавленные заготовки клапанов бензиновых и дизельных ДВС.

В зависимости от объемов производства наплавляемых деталей, требований к уровню автоматизации технологического процесса и других факторов плазменную наплавку выполняют на универсальных установках, позволяющих наплавливать детали разных размеров и формы, или на специализированных установках, предназначенных для наплавки деталей одного типа — дисков, седел и шиберов арматуры, клапанов ДВС и пр.

Для ППН в ИЭС им. Е.О. Патона разработан базовый аппарат А-1756, в состав которого входят унифицированные узлы: плазмотрон, колебательный механизм, дозатор для подачи порошка, подъемный механизм, пульт и шкаф управления. Аппарат имеет ряд настроечных и корректировочных воз-

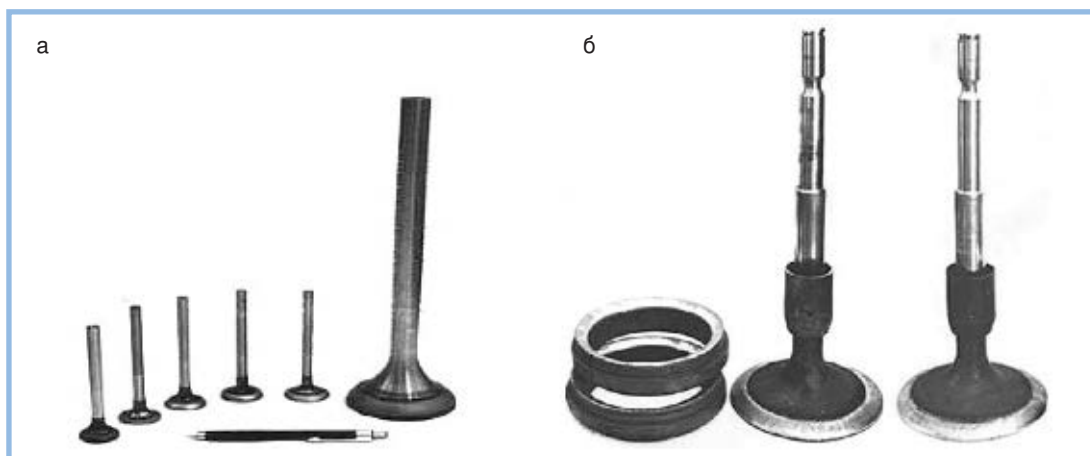


Рис. 7. Наплавленные клапаны автомобильных и локомотивных дизельных (а), а также наплавленные седла и клапаны крупных судовых ДВС (б)

возможностей, что позволяет использовать его в составе многих установок. Например, его можно легко установить на суппорте токарного станка, что позволяет создать установку для наплавки шнеков экструдеров и других длинномерных деталей (имеется опыт плазменной наплавки шнеков длиной до 6000 мм). На основе аппарата А-1756 созданы универсальные и специализированные автоматические установки ОБ2184, УП-142, УД562М и др. для плазменной наплавки.

В последние годы в странах СНГ появилось универсальное и специализированное оборудование для ППН, разработанное отечественными и зарубежными предприятиями. Все основные разработчики оборудова-

ния для ППН идут по пути создания автоматического управления процессами наплавки на базе микроконтроллеров либо компьютеров. Хотя это и приводит к некоторому удорожанию оборудования, в итоге все-таки ведет к росту промышленного применения ППН.

Опыт показывает, что плазменно-порошковая наплавка позволяет повысить качество, надежность и долговечность наплавляемых деталей, улучшить условия труда. По сравнению с ручной наплавкой на 30–50% повышается производительность труда, на 50–70% сокращается расход наплавочных материалов и примерно на 50% расход электроэнергии.

● #1222

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Николаю Михайловичу Кононову — 60 лет

9 апреля исполнилось 60 лет главному сварщику ПАО «Днепровагонмаш» Н. М. Кононову.

Трудовая деятельность Николая Михайловича началась в 1974 г. на Харьковском заводе «Электротяжмаш» после окончания с отличием дневного отделения Украинского заочного политехнического института в Харькове (ныне Украинская инженерно-педагогическая академия). С 1977 г. он работает в отделе главного сварщика Днепродзержинского вагоностроительного завода, сначала инженером-технологом и с 1997 г. — главным сварщиком.

Николай Михайлович свой богатый опыт и знания передает коллегам по работе, молодому поколению, поддерживая тесные связи с ДГТУ в Днепродзержинске, возглавляет ГЭК и руководит производственной и преддипломной практикой студентов. С 1997 г. он является экспертом УАКС, председателем комиссии по аттестации сварщиков на ПАО «Днепровагонмаш», членом Совета Общества сварщиков Украины, председателем

Днепропетровского областного отделения Общества сварщиков Украины, членом редакционного Совета журнала «Сварщик», принимает активное участие в профсоюзной работе (член профкома профсоюзной организации ПАО Днепровагонмаш).

В 2003 г. Николай Михайлович награжден Грамотой главы Заводского районного совета Днепродзержинска, в 2003 г. ему как эксперту объявлена благодарность УАКСа за шестилетнюю работу председателем комиссии по аттестации сварщиков. Заслуги в деле подготовки и аттестации сварщиков отмечены занесением его имени в Книгу Почета сварщиков Украины. В 2004 г. он награжден Знаком отличия городского главы за творческий труд, высокий профессионализм, весомые трудовые достижения и значительный вклад в развитие предприятия. В 2005 г. награжден дипломом за сотрудничество и активное участие в издании журнала «Сварщик». В 2009 г. Николаю Михайловичу присвоено звание «Почетный вагоностроитель». В 2010 г. он отмечен Знаком отличия главы Днепропетровской облгосадминистрации «За развитие региона».

На протяжении многих лет Н.М.Кононов сотрудничает со специалистами ИЭС им. Е.О. Патона, ООО НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг), ДГТУ (Днепродзержинск). Благодаря этому сотрудничеству на предприятии внедрены низководородные сварочные электроды марки АНО-30, АНО-31 для сварки вагонов, эксплуатирующихся в условиях Севера; комплексно-механизированные линии автоматической сварки боковых и торцевых стен полувагонов; разработана и внедрена технология автоматической сварки при изготовлении двутавров боковых и хребтовых балок вагонов; модернизирован и обновлен парк сварочного оборудования и машин термической и плазменной резки; обеспечен высокий рост объемов выпуска грузовых вагонов на ПАО «Днепровагонмаш».

Сердечно поздравляем Вас, Николай Михайлович, с юбилеем, желаем здоровья и новых творческих успехов.

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



Эксплуатационные испытания опытных осей колесных пар, восстановленных плазменно-дуговой металллизацией

В.Д. Лебедь, В.И. Липисий, В.В. Нестыкайло, ПКТБ ЦВ Укрзализныци,
В.И. Зеленин, канд. техн. наук, **П.М. Кавуненко, М.А. Полещук**, канд. техн. наук,
В.В. Тисенков, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, **С.В. Бондарев,**
С.А. Гаврилов, Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ)

На железнодорожном транспорте десятки тысяч колесных пар отбраковывают из-за дефектов шеек и подступичных частей осей. Возможность их повторного использования после восстановления по новой технологии может принести значительный экономический эффект.

Согласно планам по внедрению новой техники на Укрзализныце ПКТБ ЦВ УЗ совместно с ИЭС им. Е.О. Патона была разработана новая технология восстановления осей колесных пар плазменной металллизацией в инертной среде.

Техника напыления таких покрытий отличается тем, что распыление производится плазменной дугой в аргоне с помощью токоведущей проволоки-анода из стали 65Г, служащей исходным материалом для образования слоя покрытия.

Предложенная технология позволяет снизить пористость покрытия до 2–5%, а также исключить оксиды и увеличить сцеп-

ление получаемого покрытия с подложкой до 40–60 МПа. На *рис. 1* показана микроструктура покрытия, полученная плазменно-дуговой металллизацией проволокой из стали 65Г. Пористость, оксиды и другие дефекты не обнаружены. Получаемые покрытия по механическим свойствам и химическому составу приближаются к осевой стали марки ОСВ (ГОСТ 4728-96).

Для восстановления шеек и подступичной части осей колесных пар плазменно-дуговой металллизацией ПКТБ ЦВ УЗ и ИЭС им. Е.О. Патона была разработана и изготовлена установка КТ-088 (*рис. 2*). Установка включает плазматрон с источником питания, защитную камеру, шкаф управления, вращатель с закрепленной на нем осью.

Напыление производится плазматроном с воздушным охлаждением при мощности 14–16 кВт в среде аргона, что значительно увеличивает срок службы сопла плазматрона (более 100 ч). Процесс плазменно-дуговой металллизации шейки оси показан на *рис. 3*.

Перед металллизацией восстанавливаемые поверхности оси протачивают до необходимого размера, упрочняют накатыванием, обезжиривают, обрабатывают металлической дробью ДЧК-1-3 и подогревают до температуры 90–100°C. После нанесения покрытий на шейки оси толщиной до 2 мм ось подвергают механической обработке.

В *таблице* приведены данные замеров твердости шеек осей типа РУ-1, РУ-1Ш после напыления проволокой из стали 65Г и шлифования. Внешний осмотр и металлографические исследования контрольных образцов подтвердили удовлетворительное состояние покрытия на шейках осей.

Запрессовку и распрессовку подступичной части вышеуказанных осей колес производили на Дарницком ВРЗ по стандартной технологии. Усилие запрессовки согласно диаграмме составляло от 630 до 800 кН в за-

Рис. 1. Микроструктура покрытия из стали 65Г, полученного плазменно-дуговым способом

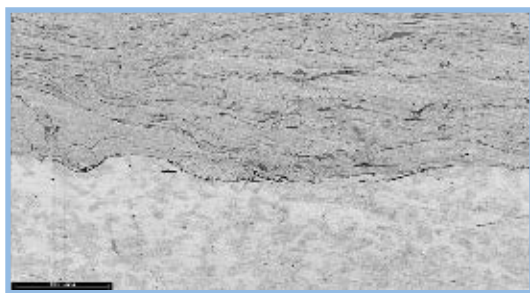


Рис. 2. Общий вид установки КТ-088



висимости от величины натяга. Распрессовку проводили через неделю. Внешний осмотр поверхности подступичной части оси показал ее удовлетворительное состояние: отсутствовали риски, сколы и трещины.

Плазменно-дуговая металлизация имеет следующие преимущества:

- не снижает прочностных свойств восстанавливаемой детали (нагрев изделия не более 200°С) и не влияет на ее механические свойства;
- не вызывает деформации восстановленной детали;
- позволяет наносить покрытие толщиной от 0,1 до 20 мм;
- обеспечивает пористость не более 2–4%;
- обеспечивает высокую стабильность процесса напыления (ресурс формирующей плазменной дуги сопла и катода плазматрона не менее 100 ч машинного времени).

Проведенные предприятием ГП «УкрНИИВ» стендовые испытания осей дали положительные результаты. По результатам испытаний на усталостную прочность осей типа РУ1 и РУ1Ш колесных пар грузовых вагонов с восстановленными плазменно-дуговой металлизацией шейками и подступичными частями на базе $5 \cdot 10^6$ циклов нагружения установлено, что предел выносливости в зоне галтели шейки составил 149,5 МПа, т. е. 0,76 нормативного значения — 195,0 МПа и соответствует среднему сроку эксплуатации 11,4 года. Учитывая то, что восстанавливать будут оси разных сроков эксплуатации, разных типов и годов изготовления, предприятие ГП «УкрНИИВ» рекомендует установить срок эксплуатации восстановленных осей в пределах 10 лет.

Технология плазменно-дуговой металлизации шеек и подступичных частей осей колесных пар грузовых вагонов позволяет получить большую поверхностную твердость и большую глубину упрочненного слоя после накатки, которые отвечают требованиям нормативной документации.

Эксплуатационные испытания осей с восстановленными шейками проводили согласно утвержденному документу Т05.08 «Программа и методика эксплуатационных испытаний колесных пар с восстановленными шейками оси методом плазменно-дуговой металлизации». Испытания при перевозке грузов в полувагоне № 66229378 в составе опытного маршрута № 1 на участке «Роковатая-Ужгород-Кошице» проходят с октября 2008 г. по настоящее время. Всего пройдено более 260 тыс. км.

Таблица. Твердость поверхности шеек осей после напыления

Тип оси	№ оси	Среднее значение твердости НВ	
		правая	левая
РУ1Ш	42097	343	358
РУ1Ш	52073	319	305
РУ1Ш	42827	312	344
РУ1	49764	387	376

Примечания. 1. Шейки осей после напыления прошлифованы до альбомных размеров. 2. Твердость поверхности каждой шейки измерялась в пяти точках твердомером ТДМ-1.



Рис. 3.
Плазменно-дуговая металлизация шейки оси

Техническое состояние обследовали после пройденных 81 тыс. км, 153,9 тыс. км и 260 тыс. км. Для осмотра колесные пары расформировывали, роликовые буксы снимали с осей. Определяли твердость, а также проводили неразрушающий контроль ультразвуковым дефектоскопом УД2-70 и магнитно-порошковым дефектоскопом МД-12. Трещин, отслоений и других дефектов на поверхности обнаружено не было. Восстановленные оси рекомендованы для дальнейшей опытной эксплуатации.

Секция научно-технического совета Укрзалізнични по вагонному господарству рекомендовала технологию плазменно-дуговой металлизации для восстановления шеек осей с дефектом «маломерная шейка» в соответствии с комплектом документов КТ088.00.00.000ТП для внедрения на вагоноремонтных предприятиях, которые должны иметь специализированный участок с установкой КТ-088 и быть обеспечены другим необходимым оборудованием.

На 52-м заседании Комиссии Совета по железнодорожному транспорту стран-участниц Содружества 04–09.10.2011 г. в Витбеске было принято решение о продлении эксплуатационных испытаний расширенной партии осей с шейками, восстановленными способом плазменно-дуговой металлизации.

● #1223

Раскрой круглой заготовки

М.М. Лилько, ООО «Завод Темп» (Одесса)

Раскрой круглой заготовки на мерные длины является одним из самых сложных процессов при газокислородной резке. Проблема состоит в том, что в процессе резки заготовки на мерные длины необходимо все время поддерживать постоянным расстояние от торца мундштука до поверхности разрезаемой заготовки в точке реза. Однако контролировать это расстояние практически нечем, особенно на краю заготовки в начале реза. Известные способы контроля (индукционный, емкостный, пневматический, по сопротивлению пламени, механический) не дают желаемого результата на участках большой переменной кривизны, каким является край круга, особенно с шероховатой поверхностью, где любой механический щуп начинает дрожать. Например, резку трубной заготовки на мерные длины для штамповки колес на Днепровском металлургическом комбинате осуществляют на токарных станках. Известны попытки надрезать на заготовке канавку, а затем ломать ее на прессах.

Перед предприятием была поставлена задача разрезать на мерные длины (примерно 1600 мм) методом газокислородной резки заготовки диаметром 385, 410, 450, 470 мм из применяемых марок сталей (10; 20; 35; 45; 70; 09Г2С; 10ГФ; 12Г2МБт; 13ХФА; 15Г и им подобных), длина исходной заготовки 6,2–9,8 м, металл холодный.

Ход решения данной задачи следующий. Заготовку кладут под машину для кислородной резки, выводят резак на передний и задний концы верхней образующей заготовки и определяют ее положение в координатах $x-y$, при необходимости разворачивают систему координат машины относительно реально лежащей заготовки в новых координатах $x'-y'$. С двух концов на верхнюю образующую заготовки подкладывают деревянный квадрат (примерно 100×100 мм), упирают в него мундштук резака и засекают положение верхней образующей заготовки от базовой точки по координате z . Машина готова к работе. Отслеживая координаты x , y и z по программе, не касаясь заготовки, ее режут на мерные длины. Однако для этого необходима очень сложная трехкоординатная машина.

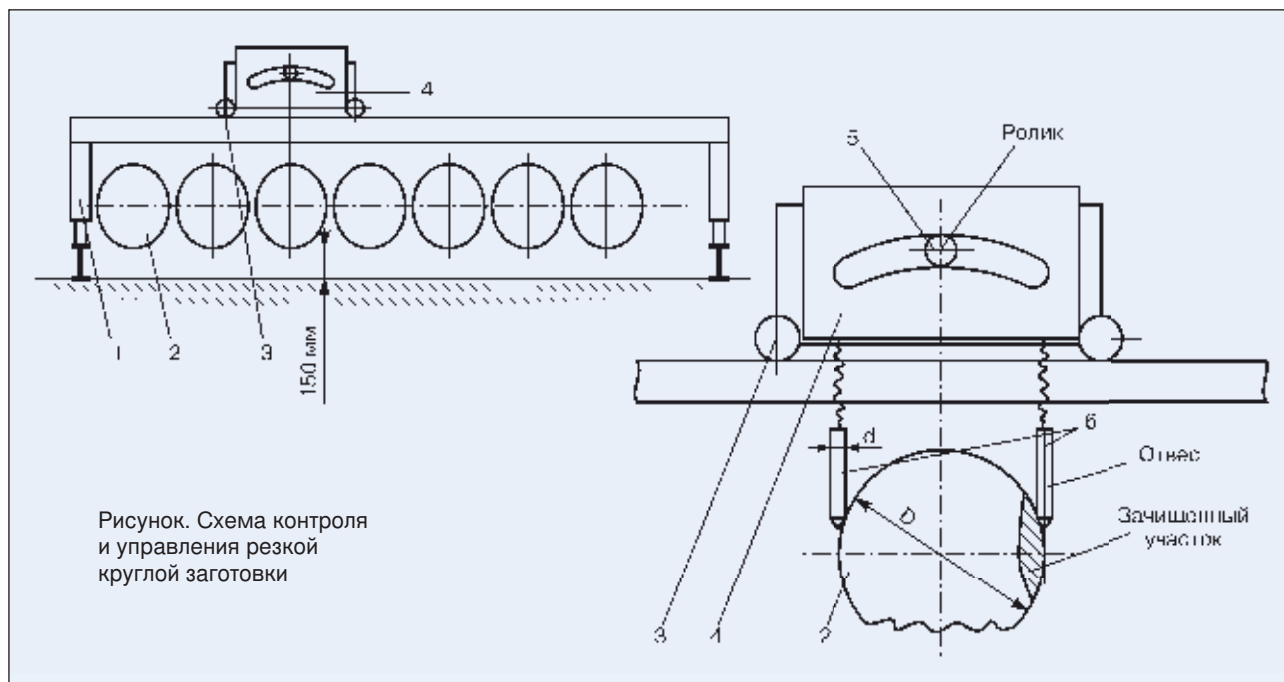
При резке трубной заготовки процесс может быть существенно ускорен, если под машину уложить много заготовок разного диаметра. Работу выполняют двумя машинами: одна машина режет, а вторая готовит программу, используя предварительно уложенные для резки на стеллажах (движущихся столах) заготовки разного диаметра.

На второй машине резака нет, но есть те же датчики координат x , y , z , а также чувствительный элемент вместо резака, который снимает информацию о диаметре и расположении заготовок. Затем подготовленная программа передается на рабочую машину.

Поставленная задача может быть решена и более простым способом, если над разрезаемой круглой заготовкой установить эквидистантно ей копир, по которому будет двигаться полностью разгруженный чувствительный датчик, например ролик, перемещающийся в вертикальной плоскости (по координате z) подвижные части, в том числе штангу с резаком, суппортом и контргрузом. Все это устанавливают на секторе, например, на машине «Смена-Эффект», движущейся по координате x , поперек заготовки.

Для упрощения поставленной задачи была разработана конструкция копира, профиль которого обеспечивает постоянное поддержание расстояния от торца мундштука до поверхности заготовки в точке реза на всех четырех типоразмерах заготовок. Принцип состоит в том, чтобы была совмещена верхняя точка всех четырех заготовок в одной верхней точке копира. Подбором профиля копира удалось обеспечить расстояние от поверхности всех заготовок до поверхности копирования в диапазоне 90–100 мм, этим требованиям отвечают резаки «Эффект-М-Бт», поддерживающие расстояние 100±10 мм. Единственное отклонение — расстояние в начале реза (в точке прогрева металла, на краю заготовки), составляющее около 135 мм, что несущественно.

Резак выставляют на край заготовки примерно на 10 мм. На такую же глубину должна быть сделана зачистка абразивным кругом (рисунки) участка заготовки в месте прогрева. Зачистка кромки заготовки от окалины уменьшит время прогрева металла. Аналогичным образом на Челябинском металлургическом комбинате уменьшали время прогрева кромки блюмов размером 100×100 мм, уложенных рядом с зазорами 10–15 мм. Время прогрева кромки блюма сократилось примерно до 7–10 с, само время работы резаками «Эффект-М» составило около 20 с.



Одной из серьезных проблем при резке круглой заготовки является быстрая и точная установка копиров 4 (см. рисунок) над разрезаемой заготовкой 2 и совмещение заготовки с механизмом, несущим резак. Для резки в таких случаях применяют машину «Смена-Эффект-М», ее устанавливают на промежуточную тележку 3, смонтированную в портале 1 и перемещающуюся по последнему для установки резака и копира над разрезаемой заготовкой в начальной точке реза. На промежуточной тележке установлены два копира 4 по разные стороны от машины «Смена-Эффект-М», по которым перемещаются два полностью загруженных ролика 5. Копиры устанавливают над заготовками, подвешивая к ним два строительных отвеса 6 на расстоянии $L = D + d$, мм, где D — диаметр заготовки, d — диаметр груза отвеса. Положение отвесов является координатой начала и окончания резки заготовки каждого диаметра. Для установки резака над заготовкой, которая может быть расположена на разной высоте от пола цеха, его перемещают в вертикальной плоскости до упора мундштука в деревянный брус размером 90×90 мм, укладываемый на разрезаемую заготовку. Два копирующих ролика полностью разгружены. Один ролик воспринимает массу резака, суппорта и половины штанги, другой — массу контргруза и второй половины штанги. Разгрузка движущихся по координате z подвижных частей выполнена известным способом и особых проблем не представляет.

Неожиданная проблема появилась в результате возникновения реактивной силы после пуска режущего кислорода. Она составляет примерно 10 Н на каждую 0,1 МПа давления режущего кислорода, что при резке таких заготовок может достигать 100–120 Н, а это весьма существенно. Полностью разгруженные ролики отрываются от копира. С этим явлением столкнулись при работе ручными резаками, когда после пуска режущего кислорода при резке металла толщиной примерно 400 мм головку ручного резака, особенно при его длине около 1 м, отбрасывает от металла и нужно приложить значительное усилие для удержания резака на опорном элементе (полозьях, роликах).

При обходе контура круглой заготовки (обкатывания роликов по шаблону) имеются три участка с движением:

- по прямой к контуру реза;
- вверх от диаметра до середины заготовки (лучше всего это обеспечивает внутренняя поверхность шаблона, где изломов нет, т. е. вогнутый шаблон);
- от верхней точки к диаметру заготовки в конце реза (лучше всего это обеспечивает выпуклый шаблон).

Каждый режим обкатывания может быть при наличии как силы, направленной вниз от массы подвижных частей, так и дополнительной силы, направленной вверх — реактивной.

Разработана оригинальная конструкция профильного шаблона, удовлетворяющего всем вышеперечисленным требованиям, а

Таблица. Режимы механизированной резки

Толщина заготовки, мм	Скорость резки, мм/мин, при температуре, °С			Максимальный расход кислорода, м³/ч		Давление газов на входе в резак, МПа			
	20	600	800	режущий	подогревающий	горючий газ	кислород	горючий газ	кислород для нагрева
200	200	350	450	48	18	11	0,9	0,12	0,22
250	180	300	400	60	20	12,5	1,15	0,15	0,22
300	170	280	380	65	22	13,75	1,15	0,15	0,25
350	150	250	320	70	25	15,5	1,20	0,15	0,25
450	100	180	280	80	28	17,5	1,20	0,15	0,3

также система разгрузки как от массы подвижных частей, так и от реактивной силы, возникающей при пуске режущего кислорода. В любом варианте работы подвижные по координате z части механизма слежения полностью разгружены. Это снимает с машины «Смена-Эффект-М» дополнительные нагрузки от перекачивания ролика по шаблону, и она работает в стандартном, оговоренном ТУУ 29.2-19040522-007:2005 режиме работы.

Привод-двигатель СЛ324М, напряжение питания ходовой части машины $241^{+5\%}_{-10\%}$ В постоянного тока, потребляемая мощность 100 Вт, напряжение, подаваемое к блоку питания, $220^{+5\%}_{-10\%}$ В, частота питания 50 Гц, степень защиты электрооборудования IP42 по ГОСТ 14254-96. Машина имеет дистанционный пульт управления, позволяющий управлять машиной в процессе резки: «вперед-стоп-назад», «включения-отключения режущего кислорода». Регулирование скорости движения машины — в пределах 50–400 мм/мин на первом диапазоне скоростей и 400–1600 мм/мин — на втором. Переключатель диапазона скоростей находится на блоке питания.

Необходимо обратить внимание на то, что процесс резки круглой заготовки сопряжен с постоянным изменением толщины круга по хорде и соответственно с изменением скорости резки (таблица).

Обеспечить изменение скорости движения машины по координате x при резке круглой заготовки в зависимости от размера ее хорды практически невозможно, так как нет датчика, фиксирующего постоянно изменяющуюся толщину разрезаемого металла. Это можно было бы возложить на опытного газорезчика; менять скорость движения машины по величине отставания струи режущего кислорода, однако рабочий будет быстро уставать и реального результата это не даст. Необходимо устанавливать скорость резки по максимальному диаметру разрезаемой заготовки. Возможно, в дальнейшем

можно будет несколько раз в процессе резки заготовки корректировать скорость.

Расстояние от низа заготовки до пола должно быть не менее 150 мм. Под порталом можно укладывать заготовки разного диаметра, так как выставить шаблон и резак не составляет труда. По portalу может перемещаться две промежуточные тележки, т.е. можно сразу резать две заготовки. За резом каждой заготовки должен следить свой оператор. Портал с одного рабочего места по длине заготовки на другое можно перемещать при помощи собственного привода, вручную либо лебедкой, установленной вне портала. На портале должен быть ручной тормоз.

Количество промежуточных тележек — одна либо две, в зависимости от количества резаков на портале. Тележка может иметь свой привод, ее можно перемещать вручную либо лебедкой. Ручное перемещение и наличие тормоза обязательно, поскольку необходима точная настройка положения портала (над засечкой) и промежуточной тележки с шаблоном над разрезаемой заготовкой. Схема резки моноблочная. Один резак — один щит газопитания, что необходимо в связи с большой толщиной разрезаемой заготовки и возможным разным диаметром.

Установкой другого шаблона можно обеспечить резку больших размеров уголков, уложенных углом вверх, заготовок типа «собачья кость» и других аналогичных профилей. Система газопитания выполнена на базе щита газорегулирования, применяемого для резки профилей на МНЛЗ. Щит имеет редуктор режущего кислорода, редуктор жесткого и нормального подогревающего пламени, горючего газа, подаваемого на резак и запальник, а также систему очистки газа и электромагнитных клапанов для управления процессом резки. Поджиг резака можно осуществлять от постоянно горящего маломощного газовоздушного запальника, установленного на резке, либо переносного.

● #1224



IX Международный конкурс сварщиков

состоится 13–17 августа 2012 г. в Одессе (Украина)
на учебно-аттестационной базе ОИАЦ «Прометей»

На конкурс приглашаются сварщики, имеющие опыт работы,
из Украины и других стран.

Конкурс будет проходить в следующих номинациях:



ручная дуговая сварка покрытым электродом (111):

- сварка стыковых соединений пластин $t = 10$ мм из малоуглеродистой стали в потолочном положении (PE ss nb);
- сварка стыковых соединений неповоротных трубных элементов D76×4 (T/BW) из малоуглеродистой стали (H-L045 ss nb);



дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141):

- сварка стыковых соединений неповоротных трубных элементов D45×4 (T/BW) из высоколегированной стали (PF ss nb);
- сварка стыковых соединений неповоротных трубных элементов D42×3 (T/BW) из малоуглеродистой стали (PF ss nb);



дуговая сварка металлическим плавящимся электродом в активных газах (135):

- сварка стыковых соединений пластин $t = 12$ мм из малоуглеродистой стали в вертикальном (PF ss nb) и горизонтальном (PC ss nb) положениях.

Победители конкурса награждаются:

1. Ценными подарками и денежными премиями.
2. Дипломами Общества сварщиков Украины.
3. Международными сертификатами сварщика «Bureau Veritas».

Организатор конкурса: Общество сварщиков Украины

Информационная поддержка — журнал «Сварщик».

Фирмы, организации и заинтересованные лица, желающие принять участие в организации и проведении конкурса, спонсорстве и рекламе своей продукции, могут обращаться в Оргкомитет конкурса.

Полная информация о конкурсе представлена на сайте: www.tzu.od.ua

Заявки на участие в конкурсе принимаются **до 8 августа 2012 г.** по адресу:

Украина, 65003 г. Одесса, Газовый переулок, 4,
Одесское областное ОСУ, Оргкомитет конкурса
факс: +380-48-758-61-41, тел.: +380-48-758-62-12, 741-14-85, 723-37-40;
e-mail: office@tzu.od.ua; osu-odessa@ukr.net

Разработка, производство, внедрение

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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



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



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



WELDOTHERM®

G.M.B.H. ESSEN

Оборудование для термической обработки из Эссена

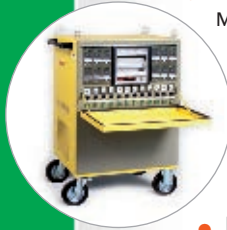
«Ваш партнер для проведения термообработки»

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

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

www.weldotherm.if.ua



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

**НАВКО-
TEX**

Automatic machines and robots for arc welding

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



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

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

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



ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»

Киев 03150, ул. Горького, 62

sales@et.ua, equip@et.ua

www.et.ua

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

ВОЗРОЖДЕНИЮ ЭКОНОМИКИ



ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ





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.

Из-за незначительного повреждения возникла необходимость восстановления уникальной детали из стали 30ХГСА. Опыта сварки такой стали у нас нет. Расскажите, пожалуйста, о свариваемости этой стали и технологии сварки.

П.А. Ворошик, Луганск

Сталь 30ХГСА относится к среднелегированным мартенситно-бейнитным сталям. С целью повышения пластичности и вязкости ее выплавляют из чистых шихтовых материалов, а также тщательно очищают в процессе производства от серы и фосфора, газов и неметаллических включений. В ряде случаев сталь подвергают вакуумно-дуговому, электрошлаковому переплавам, рафинированию в ковше жидкими синтетическими шлаками. Термическая обработка среднеуглеродистых сталей позволяет достичь хорошего сочетания прочности, пластичности и вязкости.

В связи с высокой концентрацией углерода (0,28–0,34%) и особенностями фазовых и структурных превращений при сварке сталь склонна к образованию горячих и холодных трещин. Большое внимание следует уделять участку перегрева, а поскольку сталь еще и термически улучшена (закалка+отпуск), то и участку высокого отпуска, поэтому работоспособность сварных соединений определяется свойствами металла на этих участках.

Способы сварки, способствующие уменьшению склонности зоны термического влияния сварных соединений к образованию трещин, целесообразно разделить на две группы в зависимости от их влияния на кинетику процесса формирования трещин. К первой группе следует отнести способы, способствующие уменьшению склонности к зарождению трещин, ко второй — спосо-

бы, способствующие уменьшению склонности к их развитию.

В первую группу входят способы, предусматривающие сварку с применением источников, обеспечивающих концентрированный нагрев с малыми величинами погонной энергии; рафинирование и модифицирование основного металла; применение аустенитной и легированной ферритной электродной проволоки с пониженной температурой плавления; ослабление непосредственного воздействия источника нагрева на свариваемые кромки путем увеличения количества расплавляемого присадочного металла с применением горячей или холодной присадки; крошку и др.; применение наплавки кромок и др.

Во вторую группу входят способы, предусматривающие предварительный или сопутствующий подогрев; термическую обработку сварных соединений после сварки; смещение бейнитно-мартенситных превращений из зоны термического влияния в область повышенных температур и др.

Наш многолетний опыт указывает на большую эффективность первой группы способов, способствующих уменьшению склонности к зарождению трещин. Полагая, что в вашем случае из-за незначительности повреждения можно использовать ручную дуговую сварку или сварку в защитных газах.

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами в зависимости от прочности и пластичности свариваемой стали, а также условий эксплуатации сварных конструкций применяют различные электроды (табл. 1).

При толщине стали более 2,0 мм рекомендуют использовать электроды Э100, ВИ10-6 (Св-18ХМА) и Э85, НИАТ-3М (Св-08А), ГОСТ 9467-75. Для получения

соединений с высокой стойкостью к образованию холодных трещин, а также швов с высокими пластическими свойствами и малой чувствительностью к концентраторам напряжений рекомендуют применять электроды со стержнем, обеспечивающим аустенитную структуру шва. При прочности металла шва 600 МПа обеспечивается высокая работоспособность конструкций в условиях динамических и ударных нагрузок. Аустенитные электроды применяют для соединений, не подвергающихся термической обработке после сварки.

При сварке в защитных газах высокое качество сварных соединений толщиной 3–5 мм достигается при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом. Выбирая присадочный материал (электродную проволоку) для дуговой сварки в среде защитных газов, следует руководствоваться данными *табл. 2*. Первый слой выполняют без присадки с полным проваром кромок стыка и обратным формированием, второй — с поперечными низкочастотными колебаниями электрода и механической подачей присадочной проволоки. Возможен и третий слой с поперечными колебаниями электрода без присадочной проволоки со стороны обратного формирования на небольшом режиме для обеспечения плавного перехода от шва к основному металлу.

Для увеличения проплавляющей способности дуги при аргонодуговой сварке сталей применяют активизирующие флюсы. Их использование повышает проплавляющую способность дуги в 1,5–2 раза, что обеспечивает увеличение производительности процесса, повышение качества, возможность исключения разделки кромок и многопроходной сварки при толщине 8–10 мм. Для сварки сталей рекомендуют применять флюс, представляющий собой смесь компонентов (SiO_2 , NaF , TiO_2 , Ti , Cr_2O_3). Эффективно применять флюс при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом среднеуглеродистых мартенситно-бейнитных сталей, подвергнутых электрошлаковому и электронно-лучевому переплавам и требующих для обеспечения заданного проплавления увеличения силы сварочного тока по сравнению с металлом открытой выплавки. Сварку с активизирующим флюсом рекомендуют применять преимущественно механизированным способом для получения равномерной глубины проплавления. Рекомендуют использовать неплавящийся электрод из наиболее стойких марок активированно-

Таблица 1. Электроды для дуговой сварки конструкционных сталей и механические свойства металла шва

Марка стали	Термическая обработка	Тип электрода	Предел прочности σ_B , МПа
30ХГСА	Закалка и отпуск после сварки на $\sigma_B \leq 900$ МПа	Э70 (ГОСТ 9467-75)	700
		Э85 (ГОСТ 9467-75)	800
	Закалка и отпуск после сварки на $\sigma_B \geq 900$ МПа	Э85 (ГОСТ 9467-75)	800
	Сварка в упрочненном состоянии без последующей термической обработки	Э-10Х20Н9Г6С (ГОСТ 10052-75)	600
		Э-11Х15Н25М6АГ2 (ГОСТ 10052-75)	600

Таблица 2. Присадочные материалы и механические свойства сварных соединений при дуговой сварке неплавящимся электродом в защитных газах

Марка стали	Термическая обработка	Сварка в среде защитных газов	Сварка в углекислом газе	Предел прочности σ_B , МПа
30ХГСА	Закалка и отпуск после сварки	Св-18ХГС	Св-08ГСМТ	0,9 σ_B основного металла
		Св-18ХМА (ГОСТ 2246-70)		
	Сварка в термически обработанном состоянии без последующей термической обработки	Св-08Х21Н10Г6	Св-08Х20Н9Г7Т	600
		Св-08Х20Н9Г7Т		
		Св-10Х16Н25АМ6 (ГОСТ 2246-70)		

го вольфрама ВТ15 или СВИ-1. Весьма эффективно сочетать применение флюса с поперечными низкочастотными колебаниями электрода при выполнении поверхностных слоев шва для обеспечения плавного перехода от шва к основному металлу.

После сварки, не позднее чем через 30 мин, сварные соединения с ферритными швами подвергают высокому отпуску при температуре 600–650°С в течение 2 ч. Затем производят окончательную термическую обработку по режиму основного металла.

Ряд ответственных конструкций из термически упрочненных среднеуглеродистых мартенситно-бейнитных сталей сваривают проволокой Св-08Х20Н9Г7Т в углекислом газе как в автоматическом, так и механизированном режиме. При прочности металла шва 600 МПа достигают конструктивной равноценности сварных соединений основному металлу при высокой их надежности.

● #1225

Автоматизированная сварка монтажных стыков вертикальных цилиндрических резервуаров из рулонированных конструкций

В.М. Илюшенко, канд. техн. наук, В.А. Лысенко, В.Н. Петриченко,
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

В настоящее время вертикальные цилиндрические резервуары вместимостью до 5–10 тыс. м³ изготавливают из рулонированных полотнищ, сварку которых выполняют в заводских условиях на специальных станах. На стане все процессы изготовления сварных полотнищ полностью механизированы, саму сварку проводят под слоем флюса двухсторонними швами, гарантирующими достаточно высокое качество и прочность соединений. Готовые полотнища на специальном стенде сворачивают в рулоны, удобные для транспортировки на строительную площадку.

При монтаже таких резервуаров большой объем сварочных работ приходится на выполнение стыковых вертикальных швов. В зависимости от вместимости резервуар может иметь два, три или четыре монтажных стыка, которые обычно сваривают вручную покрытыми электродами или механизированным способом полуавтоматами.

Для повышения уровня механизации сварочных работ при монтаже для выполнения стыковых вертикальных швов целесообразно использовать разработанную в ИЭС им. Е.О. Патона технологию автоматизированной сварки с принудительным формированием металла шва. В данной работе освещен опыт применения технологии автоматизированной сварки монтажных стыков при изготовлении резервуаров вместимостью 10 тыс. м³.

Для резервуара диаметром 28,5 м и высотой 18 м стенку изготавливали из четырех рулонированных полотнищ, состоящих из 12 поясов переменной толщины. С целью экономии металла для пяти нижних поясов стенки применяли более прочную низколегированную сталь 09Г2С-12, для остальных поясов — сталь СтЗсп5. Высота каждого пояса 1500 мм; толщина металла нижнего пояса 18 мм, верхних поясов — 8 мм (рис. 1). Таким образом, необходимо было сварить четыре вертикальных стыковых шва общей протяженностью 72 м.

Сборку стыков под сварку выполняли в соответствии с проектом производства работ (ППР). Стыки собирали с зазором 3–5 мм, форма разделки кромок V-образная с углом раскрытия 50° (рис. 2).

Лицевую сторону шва формировали медным водоохлаждаемым ползуном, закрепленным на подвеске аппарата, а обратную — водоохлаждаемой медной подкладкой. Сварку выполняли порошковой прово-

Рис. 1. Конструкция стенки резервуара вместимостью 10 000 м³

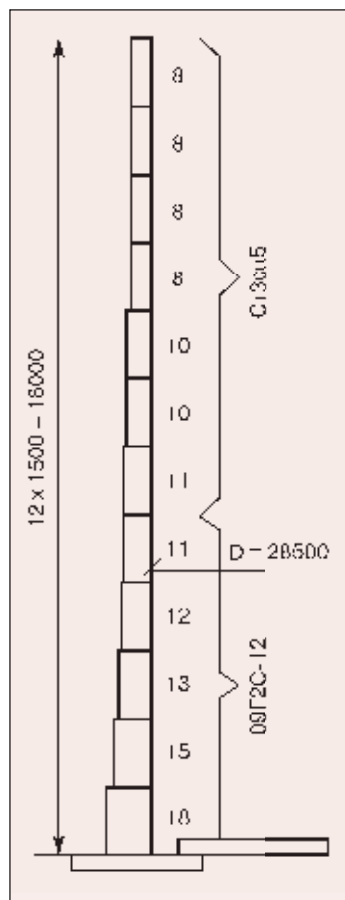
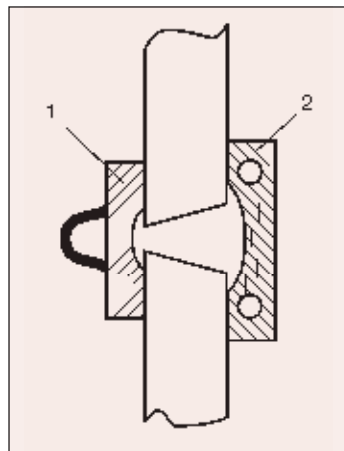


Рис. 2. Схема размещения формирующих устройств:
1 — медная водоохлаждаемая подкладка; 2 — медный водоохлаждаемый ползун



локой ПП-АН39 (ТУУ 19369185.012-96) диаметром 2,8 мм с дополнительной защитой ванны углекислым газом. Защитный газ подавали в зону сварки через сопло, закрепленное на подвеске ползуна и перемещающееся вместе с аппаратом.

Применяемый для сварки легкий монтажный аппарат АД-333М конструктивно состоит из пяти модульных узлов: ходовой тележки; сварочной головки с подающим механизмом и системой корректоров и колебателем; узла крепления и поджатия формирующего ползуна; пульта управления с пульт-ручкой и катушки для сварочной проволоки, что позволяет легко и быстро (в течение 8–10 мин) монтировать его по месту сварки.

Монтаж аппарата начинают с установки ходовой тележки на предварительно закрепленный на изделии рельсовый путь (обычный стальной уголок размером 50×50×5 мм). Затем собирают отдельные узлы аппарата, подключают его к источнику сварочного тока и баллону с углекислым газом. В качестве источника сварочного тока применяют тиристорный выпрямитель ВДУ-506, обеспечивающий дистанционное управление сваркой. Учитывая, что при сварке с принудительным формированием необходимо иметь надежный способ контроля уровня сварочной ванны, в схеме управления аппарата имеется система автоматического регулирования уровня ванны относительно верхней кромки ползуна. Такая система существенно упрощает работу сварщика-оператора при выполнении длинномерных швов.

Используемая для сварки порошковая проволока ПП-АН39 обеспечивает требуемый уровень механических свойств металла шва и сварных соединений при сварке как малоуглеродистых, так и низколегированных сталей.

На *рис. 3* показаны макрошлифы поперечного сечения швов из контрольных образцов на металле толщиной 18 и 8 мм, выполненных по разработанной технологии.

Сварку двух нижних поясов, где толщина металла составляет 18 и 15 мм, выполняют с применением продольных колебаний электрода, благодаря чему обеспечивается надежный провар кромок по сечению шва. Колебатель позволяет в процессе сварки изменять амплитуду и частоту колебаний электрода. При сварке на оптимальных режимах монтажные стыковые швы первого пояса выполняют за 35–40 мин. С уменьшением толщины металла скорость сварки возрастает, и верхние пояса сваривают уже со

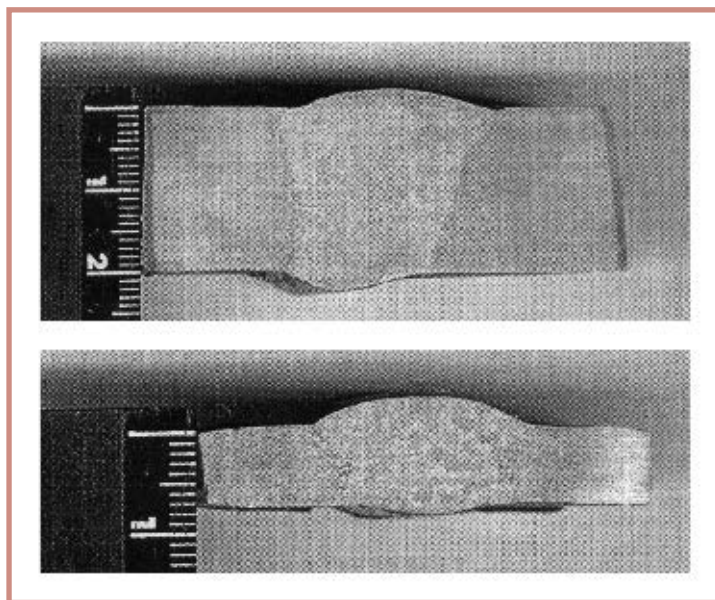


Рис. 3. Макрошлифы стыковых швов, выполненных на металле толщиной 18 и 8 мм



Рис. 4. Монтаж резервуара вместимостью 10 000 м³ из рулонированных конструкций

скоростью 5,5–6 м/ч. С учетом возможных остановок и перерывов сварку стыка длиной 18 м выполняют за одну рабочую смену.

На *рис. 4* показан монтаж первого рулона стенки и начального щита покрытия кровли резервуара вместимостью 10 000 м³ на одном из действующих нефтетерминалов. С применением автоматизированной сварки монтажных стыков было изготовлено четыре таких вертикальных цилиндрических резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов.

Как показал опыт, изготовление резервуаров из рулонированных конструкций с выполнением монтажных стыков автоматизированной сваркой обеспечивает высокое качество сварных соединений, снижает трудозатраты и сокращает сроки сооружения резервуаров.

● #1226

Упрочняющая обработка металлообрабатывающего инструмента с использованием импульсно-плазменного устройства

Ю.Н. Тюрин, д-р техн. наук, О.В. Колисниченко, канд. техн. наук, А.Н. Тищенко,
Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины

Для упрочнения инструмента в машиностроении широко применяют ионно-плазменное азотирование и обработку поверхности концентрированными источниками энергии (лазерная, электронно-лучевая, плазменная и др.). Эти способы обработки позволяют получать уникальные механические и физические свойства поверхности изделий (высокую твердость, сопротивляемость изнашиванию, усталостную прочность, сопротивление коррозии и т. п.).

Предлагается импульсно-плазменная технология модифицирования рабочей кромки инструмента концентрированными потоками металлосодержащей плазмы, которая обеспечивает быстрый нагрев (время нагрева 10^{-3} – 10^{-6} с) поверхностного слоя металла с последующим интенсивным охлаждением его путем отвода теплоты как в объем металла, так и в окружающую среду. Высокая скорость нагрева и охлаждения поверхностного слоя металла (10^4 – 10^8 К/с) способствуют формированию дисперсной кристаллической структуры, созданию высокой плотности дислокаций, а также изменению концентрации углерода и азота.

Разработан специализированный плазмотрон (рис. 1), который состоит из малогабаритного детонационного устройства 1 для инициирования детонационного режима сгорания в междуэлектродном зазоре — анод 2 и катод 3. В коноидном зазоре 4 реализуется детонационный режим сгорания горючей газовой смеси. По оси плазмотрона вводится стержень 5 из эродируемого металла, например, молибдена. Плазмотрон подключен к импульсному источнику электрического тока 9. В результате сгорания между электродами образуется электропроводный слой 8, который ускоряется и нагревается электрическим током. На выходе импульсная струя плазмы 7 коммутирует ток между электродом плазмотрона и поверхностью изделия 6.

Установку для импульсно-плазменного упрочнения можно изготовить на базе фрезерного станка (рис. 2). Вместо вертикального шпинделя станка закрепляют траверсу с импульсным плазмотроном 12. Импульсный плазменный поток формируется между выходным соплом плазмотрона 13 и упрочняемой поверхностью изделия 14. По оси плазмотрона, на изоляторах закреплен электрод-анод, который имеет сквозное осевое отверстие. В это отверстие подается расходуемый электрод 4 в виде стержня или проволоки. Электрический ток от блока питания поступает к электродам 4 и 11 по шинам 2 и 15. Охлаждение плазмотрона осуществляется водой. Детонационный режим сгорания горючей газовой смеси инициируют в детонационной камере 10, которая содержит жиклеры 5, 6 и 7, форкамеру 3, свечу зажигания 8 и трубопроводы для подачи компонентов горючей смеси. Плазмотрон продувается воздухом через жиклеры 9. Электрический ток от высоковольтного блока к аноду плазмотрона подключен через катушку индуктивности 1.

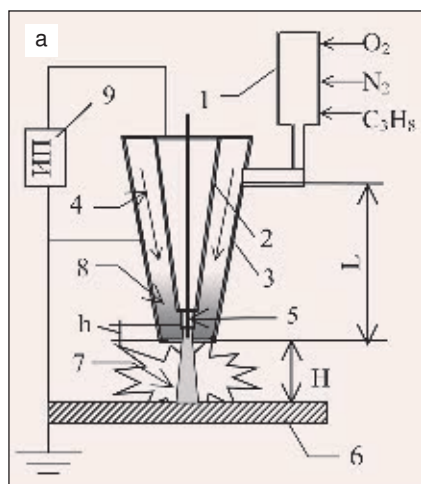


Рис. 1. Импульсный плазмотрон:
а — схема; б — внешний вид

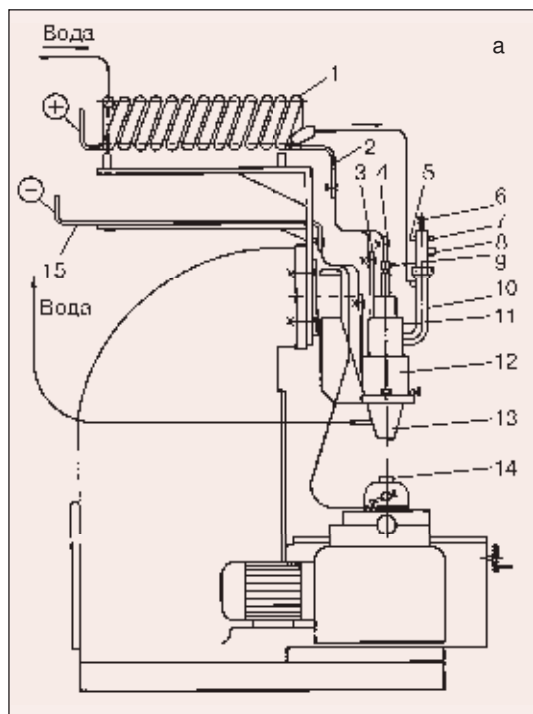


Рис. 2. Модернизация фрезерного станка для импульсно-плазменного упрочнения инструмента: а — схема фрезерного станка; б — внешний вид модернизированного станка

Оборудование для импульсно-плазменного упрочнения (рис. 3) установлено в специализированном помещении с двойными звукоизолирующими дверями и смотровым окном. В этом помещении установлен модернизированный станок (см. рис. 2), в помещении для оператора размещены источник электрического питания 1, пульт управления газами 2, пульт управления процессом 3. Для контроля за технологическим процессом служит смотровое окно 4 и (или) средства телекоммуникационного наблюдения 5. Помещение оснащено приточно-вытяжной вентиляцией и системами защиты от электромагнитного излучения и звука. На трубопроводах с газами установлены электромагнитные запорные клапаны, а на трубопроводе с водой — реле протока. Управление установкой осуществляется дистанционно с пультов 2 и 3, размещенных за пределами звукоизолированного помещения.

Технологию термического воздействия концентрированными источниками энергии совмещают с процессами легирования. Поверхности изделий легируют оплавлением предварительно нанесенных покрытий или путем ввода в рабочую среду (плазму) газообразных легирующих добавок: азота, углеводородных газов и металлов. Легирующие элементы в плазму вводят в виде продуктов эрозии металлического электрода (стержня) и в виде газа (пропан, азот).

Импульсно-плазменная технология позволяет одновременно в одном импульсе об-



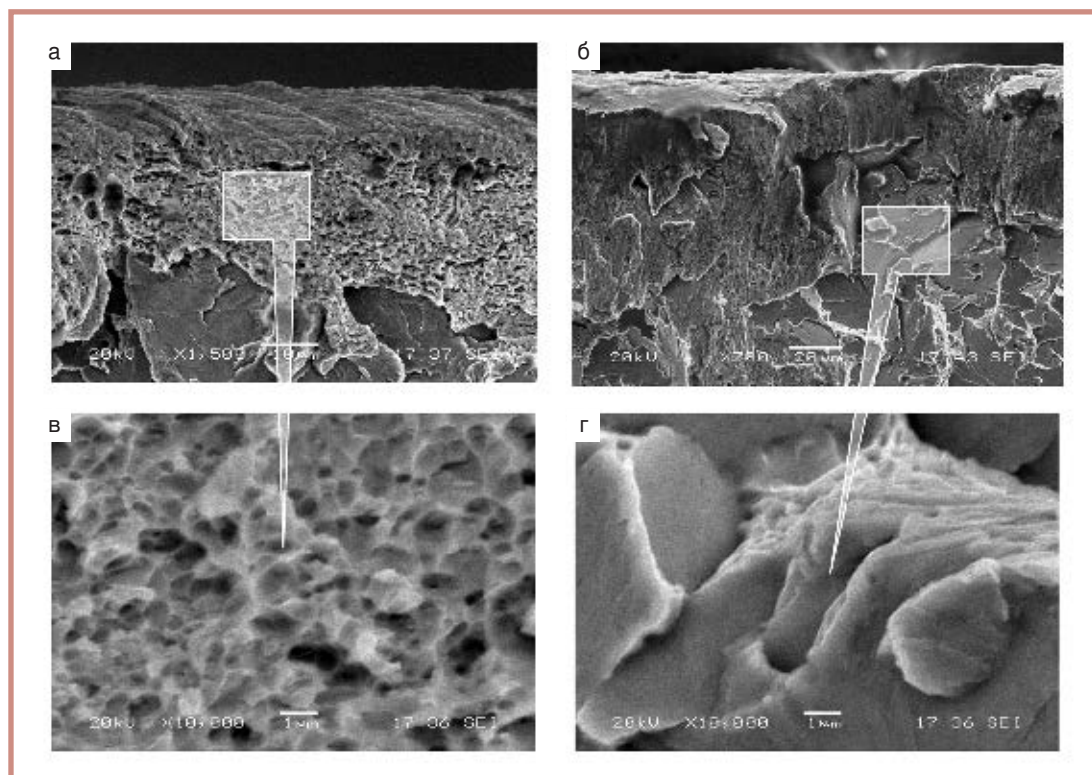
Рис. 3. Оборудование для импульсно-плазменного упрочнения инструмента

работки реализовать различные методы воздействия на поверхность: легирование, упруго-пластическое деформирование, воздействие звуком и импульсным магнитным полем, тепловую и электроимпульсную обработку, а также деформирование металлов и сплавов в процессе обратимых ($\alpha \leftrightarrow \gamma$) превращений.

В результате импульсно-плазменной обработки изделий из сплава на основе железа формируется нанокристаллический легированный слой (рис. 4). Этот слой имеет повышенные эксплуатационные характеристики. При изломе, несмотря на высокую твердость, наблюдается вязкое разрушение материала слоя, без трещин и отслоений.

Наибольшая твердость этого слоя на образцах из стали с содержанием углерода до 0,8%, предварительно прошедших закалку и высокий отпуск, была достигнута при ис-

Рис. 4. Результаты разрушения стальных образцов, предварительно обработанных импульсной плазмой: а и в — нанокристаллический слой; б и г — основной металл



пользовании электродов из вольфрама и молибдена 16–19 ГПА. Микротвердость измеряли на поперечных шлифах при помощи твердомера ПМТ-3. Для измерений использовали алмазную пирамидку Кнупа. Нагрузка на пирамидку составляла $P = 1$ Н.

Рентгенофазовый анализ упрочненных импульсной плазмой поверхностных слоев образцов из углеродистых сталей фиксирует уширение линий α -Fe и появление линий остаточного аустенита Fe. Увеличение числа импульсов влечет за собой дальнейшее уширение линий α -Fe при уменьшении их интенсивности, а также увеличение относи-

тельной интенсивности линий γ -Fe. Судя по отношению интенсивностей линий остаточного аустенита и феррита, количество аустенита при одном и том же режиме обработки наибольшее в случае использования электрода из вольфрама. Рентгеноспектральные исследования показали, что материал расходуемого электрода проникает в упрочненный слой изделия на глубину до 5 мкм.

Эксперименты показали, что при воздействии на поверхность изделия 30 плазменными импульсами ($\tau_{им} = 0,6$ мс) концентрация азота на глубине 20 мкм составляет до 3,2 атом. %, а максимальная микротвердость поверхностного слоя образуется при обработке плазмой, содержащей пары вольфрама, а также при избытке в плазме азота и углерода. Помимо вышеперечисленных технологических параметров, на значение микротвердости влияет также количество плазменных импульсов. Увеличение числа импульсов приводит к увеличению толщины упрочненного слоя и его равномерности.

Исследования показали (рис. 5), что модифицированный слой состоит из субзерен с характерным размером 300–400 нм, которые формируются из более мелких кристаллов.

Известно, что физико-механические свойства металлических сплавов улучшаются с уменьшением размера кристаллов. Принято считать нанокристаллическим сплав, состоящий из кристаллов с характерным раз-

Рис. 5. Типичная реплика и размер субзерен в модифицированном импульсной плазмой слое

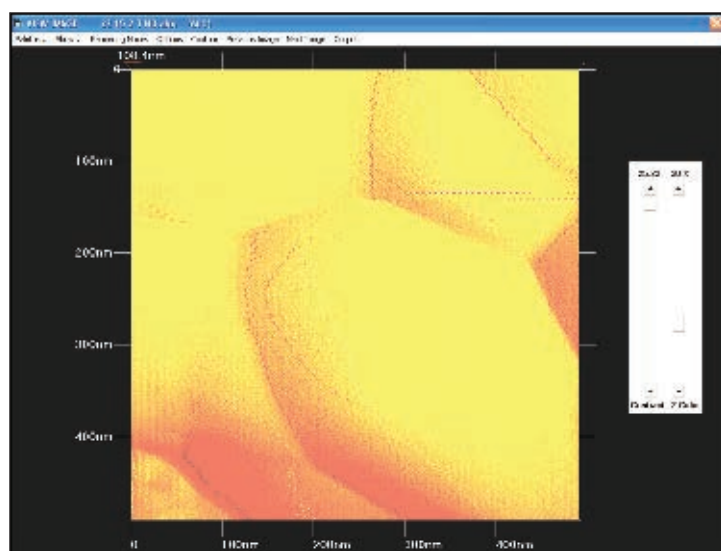




Рис. 6. Вид упрочненного инструмента: а — металло-режущий нож; б — шлицевая протяжка; в — деформирующий пуансон; г — твердосплавный прокатный ролик; д — чугунный прокатный ролик; е — деформирующие матрицы

мером ниже 100 нм. Создать материал в объеме с такими параметрами в настоящее время проблематично. Импульсная плазма обеспечивает формирование нанокристаллического материала в тонком слое на поверхности уже готового к эксплуатации изделия. Это актуально для инструмента, работоспособность которого определяется свойствами тонкого слоя на рабочей поверхности.

Упрочнению подвергали металлообрабатывающий инструмент, стальные матрицы и пуансоны штампов холодного и горячего деформирования металла, а также прокатные ролики, изготовленные из твердого сплава (WC+20Co) и высокопрочного чугуна (валкового). Перед упрочнением изделия проходили стандартную термическую и механическую обработку. Импульсную плазменную обработку применяли в качестве конечной операции. Упрочнению подвергали только рабочие поверхности инструмента. Производительность упрочнения составляла до 0,5 м² поверхности в час, что при пересчете на реальный инструмент составляет до 100 пуансонов в час. Перед упрочнением поверхность инструмента не требует очистки или какой-либо другой подготовительной операции. На *рис. 6* показаны различные упрочненные инструменты.

При упрочнении использовали расходный электрод из вольфрама, плазмообразующий газ содержал избыток пропана ($\alpha = 0,7$). Обработку выполняли с трехкратным воздействием импульсной плазмы на упрочняемую поверхность. Для упрочне-

ния металлорежущего инструмента: метчиков, плашек, протяжек — подбирали плотность мощности, недостаточную для оплавления и затупления режущих кромок. Использовали расходный электрод из молибдена, плазмообразующий газ с избытком пропана и азота ($\alpha = 0,6$). Обработку фрез, сверл, резцов и др. проводили с использованием электрода из титана и 5–10-кратным воздействием импульсов плазмы на упрочняемую поверхность.

Предлагаемая импульсно-плазменная технология относится к ресурсосберегающим, что обусловлено низким расходом легирующих элементов и электроэнергии в сочетании с высокой производительностью (до 0,5 м²/ч). Технология позволяет создать нанокристаллический слой только на рабочей поверхности инструмента без его нагрева, что решает проблемы повышения износостойкости поверхности без изменения структурного состояния материала всего изделия.

Обработка сопровождается воздействием: деформационным до $P = 15$ МПа, электромагнитным до $H = 2000$ Э, термическим до $Q = 5 \cdot 10^6$ Вт/см². Это ускоряет массоперенос легирующих элементов и обеспечивает создание слоя из нового нанокристаллического материала с высокими эксплуатационными свойствами. Промышленные испытания и внедрение импульсно-плазменной технологии подтверждают ее эффективность. Работоспособность инструмента после импульсно-плазменной обработки, как правило, повышается в 3–6 раз. ● #1227

Fronius — высококачественное оборудование и значительная экономия для производителей сварных конструкций

С июля 2014 г. все европейские компании-производители стальных сварных конструкций, а также компании, поставляющие данный тип продукции на европейский рынок, должны быть сертифицированы в соответствии со стандартом EN 1090. Компания Fronius предлагает уникальное решение для упрощения прохождения процесса сертификации — полный набор технологических инструкций для сварки.

Стандарты серии EN 1090 приходят на смену действующим в Европе стандартам, регламентирующим изготовление стальных сварных конструкций. Данное нововведение означает, что компании смогут реализо-

вать свой продукт только при наличии маркировки CE (особый знак, который наносят на изделие и который удостоверяет, что изделие соответствует основным требованиям директив и гармонизированным стандартам ЕС). Производители металлических изделий должны быть сертифицированы, т.е. обязательным является прохождение внешнего аудита, подтверждающего выполнение всех необходимых требований для получения сертификационного номера согласно CE.

Данная объективная оценка соответствия предполагает прохождение следующих этапов:

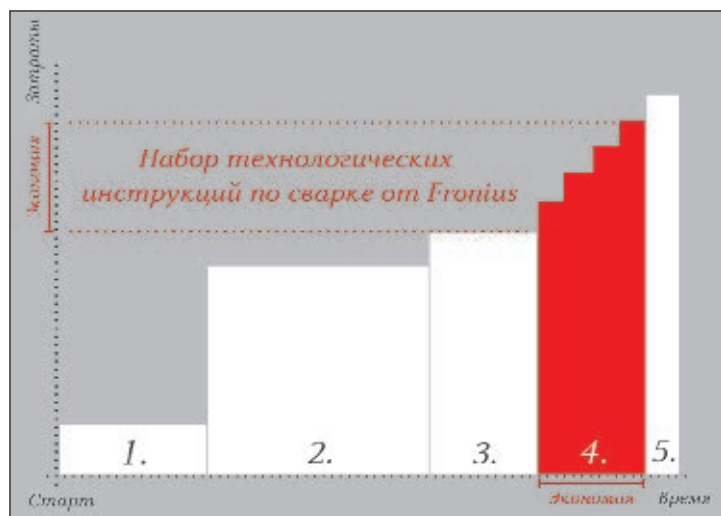
1. Исследование и анализ информации о Стандарте.
2. Проведение обучения сотрудников в соответствии с соответствующими исполнительскими классами.
3. Представление системы обеспечения качества.
4. Составление технологических инструкций по сварке (WPS).
5. Прохождение аудита, проводимого независимым органом сертификации.

Таким образом, 4-й этап предусматривает дополнительные временные и денежные затраты на подготовку соответствующих технологических инструкций. Если вы являетесь пользователем сварочного оборудования серии TransSteel, то компания Fronius предлагает проделать эту работу для Вас.

Технологические инструкции по сварке (WPS) содержат информацию о сварочном процессе, толщине основного металла, диаметре присадочной проволоки и характеристиках сварного шва. Специально разработанный компанией Fronius набор технологических инструкций предназначен для всех производителей стальных конструкций, которые ориентированы на европейский рынок и стремятся пройти сертификацию в соответствии со стандартом EN 1090. Описанный в инструкциях Fronius процесс полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитного газа (MIG/MAG) основывается на встроенном в аппараты



Специальная наклейка на сварочном аппарате TransSteel указывает на соответствие оборудования требованиям стандарта EN 1090



Набор технологических инструкций по сварке Fronius позволяет экономить не только деньги, но и время

TransSteel программном режиме Steel, который включает информацию о всех наиболее распространенных типах соединений и используемых сварочных материалах.

Что же представляет собой сварочное оборудование TransSteel, и какие еще преимущества оно может предоставить пользователю?

Цифровые инверторные источники питания TransSteel от Fronius — это удобство управления, высокая надежность и идеальные характеристики для сварки стали. Оптимизированные сварочные характеристики гарантируют высокую производительность, глубокое проплавление, незначительное тепловое воздействие и практически полное отсутствие брызг. Наряду с сокращением времени сварки и уменьшением количества проходов, существенным преимуществом является снижение затрат на дополнительную механическую обработку изделия после сварки. Прочная и компактная конструкция, а также небольшая масса аппаратов TransSteel обеспечивают высокую мобильность, будь то производственный цех или строительная площадка.

Встроенная инновационная технология Steel Transfer Technology характеризуется наличием трех основных программных режимов сварки стали: Steel, Steel root и Steel dynamic. Для каждой конкретной задачи можно легко и быстро выбрать наиболее подходящий режим: стандартный (Steel), специально разработанный режим для корневого прохода и заполнения больших зазоров (Steel root) или высокопроизводительный режим с максимальным проплавлением (Steel dynamic).

Резюмируя все вышесказанное, можно смело утверждать, что профессиональное оборудование TransSteel вместе с набором технологических инструкций по сварке Fronius являются весомым вкладом в качественное преобразование компании, которая занимается производством стальных конструкций. Предприятия, целью которых является получение сертификата соответствия европейскому стандарту EN 1090, имеют хорошую возможность минимизировать время и затраты, заказав набор технологических инструкций Fronius как для нового, так и для уже эксплуатируемого сварочного полуавтомата TransSteel.



Приглашаем всех, кто интересуется инновационными сварочными технологиями, **посетить стенд компании ООО «Фрониус Украина»** на крупнейшей в Украине специализированной выставке «Сварка. Родственные технологии – 2012», которая состоится в рамках промышленного форума «Патон Экспо – 2012» с 17 по 19 апреля 2012 г. по адресу: Киев, ул. Салютная, 2-б, Выставочный центр «КиевЭкспоПлаза».

Будем рады также видеть всех желающих на «днях открытых дверей», которые традиционно будут проходить в Технологическом центре ООО «Фрониус Украина» на протяжении всей выставки. Для доставки участников мероприятия будут курсировать автобусы от Выставочного центра и от станции метро «Лисова».

Дополнительную информацию о мероприятии и регистрации участников можно получить по тел.: +380 (44) 277-21-41, +38 (050) 380-99-27.

Fronius International — австрийское предприятие с головным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме и Замтледте. Предприятие специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Штат компании насчитывает 3250 сотрудников, в отделе опытно-конструкторских разработок заняты 392 сотрудника. Доля экспорта составляет 95%, и ее обеспечивают 17 дочерних компаний, а также международные партнеры по сбыту и представители Fronius более чем в 60 странах. В 2010 г. общий оборот компании составил 499 млн. евро. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 737 действующим патентам Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.

Fronius

ООО «Фрониус Украина»

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

РАСШИРЯЯ ГРАНИЦЫ

тел. +38 0 44 277 21 41

факс +38 0 44 277 21 44

sales.ukraine@fronius.com

www.fronius.ua

● #1228

Публикуется
на правах
рекламы.

Анализ трибологических характеристик баббитовых покрытий, полученных активированной дуговой металлизацией и альтернативными методами

Ю.С. Коробов, С.В. Невежин, М.А. Филиппов, Л.В. Гоголев, Уральский Федеральный Университет, В.В. Илюшин, Б.А. Потехин, УГЛТУ (Екатеринбург)

В качестве антифрикционного покрытия вкладышей высокоскоростных, тяжело нагруженных подшипников скольжения широко используют баббит, который отличается низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью. Традиционно баббитовые покрытия, получаемые методами литья и наплавки, отличаются нестабильностью химического состава, расслоением сплава в процессе кристаллизации, образованием включений, зон скопления оксидов, пор, легкоплавких эвтектик. Это приводит к охрупчиванию, подплавлению баббита в процессе работы, отслоению от основы. Искажение формы вкладыша вследствие температурных деформаций приводит к возникновению внутренних напряжений в слое баббита, образованию трещин и выкрашиванию отдельных зерен. Высокий припуск на механическую обработку покрытия, необходимость проточки канавок типа «ласточкин хвост» либо лужения поверхности вкладыша увеличивает стоимость подшипников, изготавливаемых данными способами.

Для устранения приведенных недостатков эффективно наносить баббитовые покрытия напылением, в частности, способом активированной дуговой металлизации (АДМ). В отличие от типовой дуговой металлизации (ДМ) распыление металла производится продуктами сгорания пропановоздушной смеси. АДМ отличается высокой производительностью, а характеристики получаемого качества покрытий в сред-

нем на 40% выше по сравнению с качеством покрытий, полученных при ДМ.

Выбор конкретной марки баббита, Б83, обусловлен его широким применением для подшипников скольжения. Например, он одобрен для использования на тепловых станциях в опорах паровых турбин. Для напыления его сложно изготовить в виде проволоки типового диаметра 1,6 мм из-за высокой хрупкости, поэтому в качестве замены используют более пластичный баббит Б88 (импортные аналоги W-970 (FST), 04T (TAFA-Praxair), SpraBabbit (Metco)).

Целью работы было сравнение трибологических и структурных характеристик баббитовых АДМ-покрытий с альтернативами: турбулентным литьем (ТЛ), пропан-кислородной газовой наплавкой (ГН), плазменным напылением (ПН). Выбор данных способов обусловлен высокими характеристиками получаемых баббитовых покрытий. Коэффициент трения ТЛ-баббита в 1,5 раза ниже коэффициента трения баббита, получаемого центробежным литьем и одинаков с коэффициентом трения баббита, полученного сифонным литьем. Коэффициент трения у баббита Б83, наплавленного в пламени пропан-бутана и кислорода, ниже на 5–20%, чем у баббита Б83, наплавленного в пламени ацетилен-кислородной смеси и на 5–35%, чем у баббита Б88, наплавленного в пламени ацетилен-кислородной и водородно-кислородной смесей.

Материалы и методы их исследования.

Для исследования были изготовлены образцы в виде стальных призм 6×6×12 мм с покрытием толщиной 1,5 мм на торце 6×6 мм. Химический состав покрытий приведен в таблице.

Образцы 1 и 5 были изготовлены в ЗАО НПП «Машпром», образцы 2, 3, 4 — в ООО «НПП ТСП» (Екатеринбург).

Таблица. Химический состав и вид баббита

№ образца	Тип баббита	Метод получения покрытия	Химический состав, мас. %			Вид баббита
			Sn	Sb	Cu	
1	Б83	АДМ	Ост.	10,8	6,0	Проволока диаметром 3,0 мм
2	Б83	ТЛ	Ост.	11,0	5,8	Чушка ГОСТ 1320
3	Б83	ГН	Ост.	11,0	5,8	Пруток диаметром 8,0 мм
4	Б83	ПН	Ост.	11,0	5,8	Порошок (40–100 мкм)
5	Б88	АДМ	Ост.	7,40	3,00	Проволока диаметром 1,6 мм

Образцы 1, 5 напылены на установке АДМ-10 при максимальной силе тока и напряжении для стабильного процесса: 1 — 26 В, 100 А, 5 — 26 В, 75 А. Производительность составила: 1 — 23,2 кг/ч, 5 — 13,8 кг/ч, коэффициент использования металла 0,7 в обоих случаях. Для нанесения покрытия на образец 4 использовали плазменную установку «Castolin Eutectic», порошок ПР-Б83 (ТУ 1990-122-00194429), сила тока 170 А, напряжение 32 В, плазмообразующий газ аргон, производительность 3 кг/ч. Для металлографического анализа были подготовлены микрошлифы.

Определение трибологических характеристик — коэффициента трения $f_{тр}$ и интенсивности изнашивания I проводили по схеме испытаний «диск-палец», на основе которой спроектирована и изготовлена машина трения (рис. 1).

Испытания проводили при относительной скорости скольжения $v = (1,3...6,5)$ м/с, давлении в зоне трения $P = (1...6)$ МПа. Износ определяли по методу отпечатков при $P = 1$ МПа и $v = 6,5$ м/с на пути 150 км. Интенсивность изнашивания находили согласно ГОСТ Р 50740 как отношение значения износа к пути, на котором происходило трение.

Сравнение характеристик АДМ-покрытий из Б83 и Б88. Как показали исследования, при увеличении давления до 4 МПа коэффициент трения уменьшается, при дальнейшем увеличении давления значение $f_{тр}$ меняется незначительно. Изменение $f_{тр}$ для покрытия из Б83 происходит постепенно, а из Б88 — скачкообразно (рис. 2).

При малых скорости скольжения и давлении $f_{тр}$ у Б88 ниже, однако при увеличении нагрузок значение $f_{тр}$ для обоих покрытий становится одинаковым.

Сравнение баббитовых покрытий, полученных различными способами. Проведенное сравнение показало, что у АДМ-покрытий $f_{тр}$ во всем диапазоне давлений ниже по сравнению с ТЛ на 53–31%, с ГН на 54–16%, с ПН — на 44–18%. Интенсивность изнашивания АДМ-покрытий ниже по сравнению с ПН на 32%, с ТЛ — в 3,3 раза (рис. 3).

Результаты микроструктурного металлографического анализа показали, что основными фазами в структуре оловянных баббитов, помимо α -твердого раствора на базе олова, являются SnSb (β -фаза) и игольчатые кристаллы Cu_3Sn (ϵ -фаза). Для ПН- и АДМ-покрытий характерна дисперсная структура с размером β -фазы (SnSb)



Рис. 1. Принципиальная схема трибологических испытаний

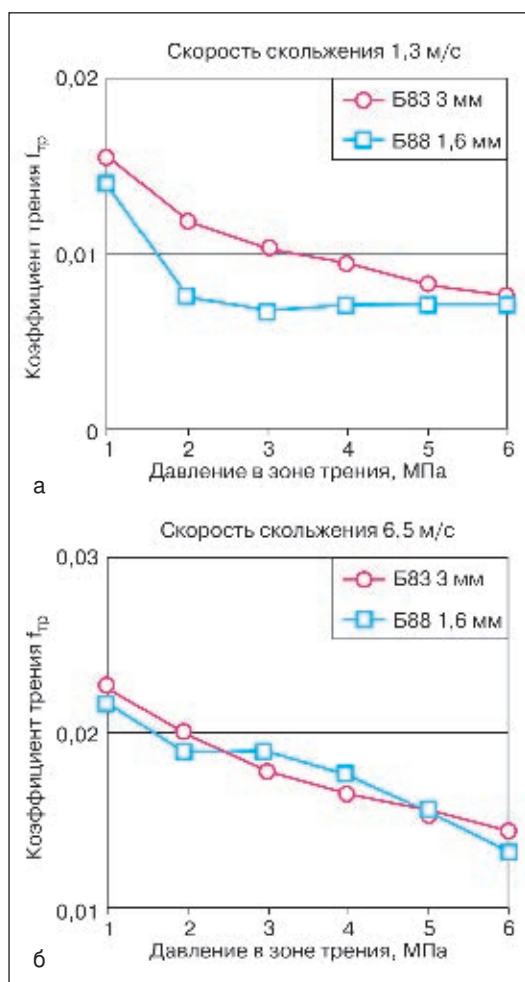


Рис. 2. Изменение коэффициента трения АДМ-покрытий из Б83 и Б88 при скорости скольжения 1,3 (а) и 6,5 м/с (б)

10–30 мкм, в то время как ТЛ и ГН обеспечивают получение баббита с интерметаллидными включениями SnSb размером 120–290 мкм и схожей глобулярной формой.

Скачкообразные изменения коэффициента трения при напылении покрытия с помощью тонкой (диаметр 1,6 мм) проволоки, вероятно, обусловлены отличиями в условиях формирования капель и дальнейшим охлаждением покрытия.

Уменьшение коэффициента трения при увеличении давления может быть обуслов-

Рис. 3. Значения коэффициента трения $f_{тр}$ (а) и интенсивности изнашивания I (б) баббитовых покрытий, полученных различными способами

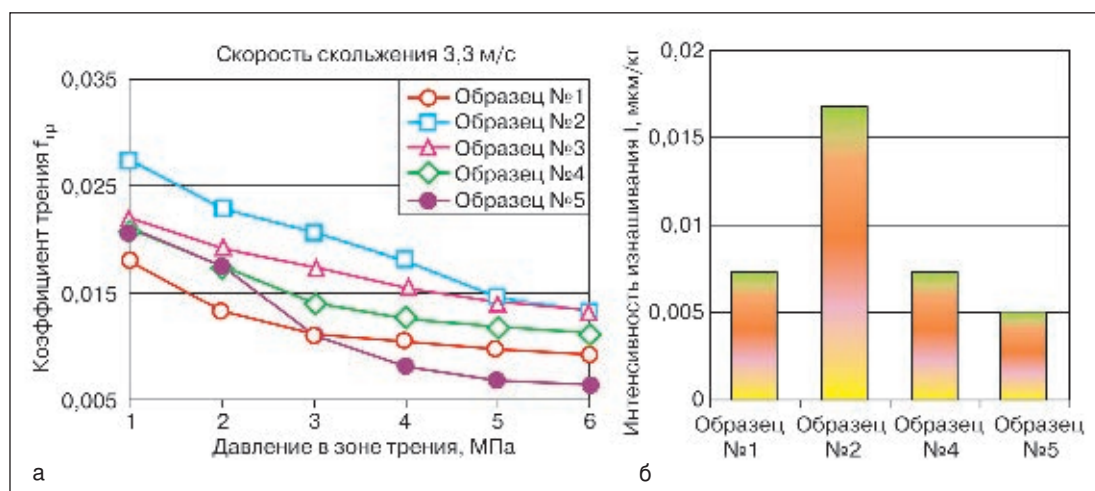


Рис. 4. Вид АДМ-покрытия толщиной 5 мм: а — баббит Б88 из проволоки диаметром 1,6 мм; б — баббит Б83 из проволоки диаметром 3 мм. Справа — после напыления, слева — после обработки

лено изменением соотношения влияния твердых интерметаллидов и основы, играющей роль мягкой прослойки. Основой хорошей приспособляемости трущихся поверхностей друг к другу в процессе относительного перемещения является благоприятная реакция на ужесточение трения, которая у гетерогенных сплавов проявляется в увеличении количества перенесенного на сопряженную поверхность металла из мягкой фазы за счет деформации на участках контактирования очагов легкого сдвига. Кристаллы мягкой α -фазы с высокими антифрикционными свойствами в этом случае выполняют роль твердой смазки и предотвращают накопление на поверхности трения разрушений.

Снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания при напылении, в сравнении с литьем и наплавкой, вероятно обусловлено меньшим размером и большей равномерностью распределения интерметаллидных фаз, являющимися наиболее твердыми составляющими баббитовых по-

крытий. Также напыленные покрытия отличаются повышенной маслосмачиваемостью пористого рабочего слоя, что приводит к меньшему износу при недостаточной смазке. Повышенный износ при ПН в сравнении с износом при АДМ обусловлен, вероятно, меньшей усталостной прочностью ПН-покрытий вследствие повышенных термических напряжений из-за избыточного теплового воздействия в распыляемый материал по сравнению с усталостной прочностью АДМ-покрытий.

Способом активированной дуговой металлизации были получены баббитовые покрытия толщиной 5 мм (рис. 4). Вследствие малой шероховатости покрытия припуск на обработку составил 0,5 мм на сторону (при ТЛ — 2 мм, при ГН до 4 мм), шероховатость поверхности после механической обработки $Ra = 2,5$. Отсутствие отслоений проверяли ультразвуковым дефектоскопом.

Баббитовые слои такой толщины и шероховатости применяют в подшипниках скольжения на тепловых станциях, в компрессорах, дизелях судовых двигателей, опорах скольжения дробилок в горной промышленности и т. д. Кроме лучших трибологических характеристик, по сравнению с литыми и наплавленными у АДМ-покрытий из баббита есть следующие положительные свойства: высокий коэффициент использования металла из-за малого припуска на обработку; возможность напыления слоя баббита на изношенный литой либо наплавленный слой; большая производительность.

Это особенности позволяют, в сравнении с базовым вариантом нанесения баббита литьем, снизить затраты на ремонт опор скольжения примерно на 20% и повысить технологичность, в частности применительно к крупным деталям.

Всемирный поставщик передовых расходных материалов для резки и сварки

Thermacut®

Технологии будущего



SilverEX

ELECTRODE

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

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

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

Оборудование для сварки встык полимерных труб нагретым инструментом

Н.П. Нестеренко, А.Н. Гальчун, В.Ю. Кондратенко, НТК «Институт электросварки им. Е.О. Патона»

В настоящее время во всем мире в строительстве систем газо-, водоснабжения, канализации и теплоснабжения полимерные трубы занимают лидирующее положение. На одного жителя Европейского союза приходится более 7 кг полимерных труб, и их производство активно развивается. В Украине полимерные трубы производят около 20 предприятий. Их число с каждым годом увеличивается благодаря растущему спросу на данную продукцию и небольшим капитальным затратам на организацию производства. Высокие эксплуатационные характеристики полимерных труб и масса нерешенных проблем с трубопроводами в Украине гарантируют их востребованность в течение еще многих лет.

Трубопроводы из полимерных труб, как правило, сваривают встык нагретым инструментом.

Для выполнения сварочных работ используют сварочные установки с гидравлическим приводом различной степени автоматизации: с ручным управлением, со средней степенью автоматизации и высокой степенью автоматизации. Нормативные документы на строительство газопроводов из полимерных труб рекомендуют использовать установки со средней и высокой степенью автоматизации. Такие установки обеспечивают довольно высокую степень повторяемости результатов сварки, что существенно снижает объемы работ, связанных с контролем качества сварных соединений.

Для сварных соединений полиэтиленовых труб водопроводов в практике строительства обычно используют сварочные установки с ручным управлением, имеющие относительно низкую стоимость и простоту в управлении. Однако водопроводы зачастую функционируют в более жестких условиях, чем газопроводы. Это связано с применением в расчетах рабочего давления, коэффициент безопасности которого составляет 1,25 вместо 2,0, принятого для газопроводов. В связи с этим вопрос о качестве сварных соединений таких трубопроводов также является весьма актуальным.

Обеспечение качества сварных соединений на установках с ручным управлением затрудняется отсутствием объективного контроля основных параметров технологи-

ческого режима. Тем не менее, на наш взгляд, получение заданных характеристик сварных соединений на установках с ручным управлением можно обеспечить путем незначительного усовершенствования конструкции установок без значительного увеличения их стоимости.

Современные установки для сварки полимерных труб встык нагретым инструментом включают набор следующих блоков: центратор, торцеватель, нагреватель, гидростанцию и источник питания. Примером могут служить установки, разработанные в Институте электросварки им. Е.О. Патона.

Основной узел установки — центратор, как правило, представляет собой набор зажимных хомутов, собранных на двух направляющих. Подвижные зажимы перемещают по направляющим с помощью гидроцилиндров.

Торцеватель в рабочем положении устанавливает на направляющие центратора между зажатыми торцами труб. Основными рабочими органами торцевателя являются приводные диски с установленными на них ножами.

Применение пневмопривода вместо гидро- или электропривода позволяет повысить быстродействие работы центратора, улучшить надежность работы оборудования, делая его при этом более простым. Важным преимуществом пневмопривода по сравнению с гидравлическим или электромеханическим приводом в сварочном комплексе является снижение его массы и стоимости.

В ИЭС им. Е.О. Патона разработана механизированная установка для сварки встык нагретым инструментом полиэтиленовых труб диаметром 160–400 мм для работы в полевых условиях (рисунк).

Для механизации сварочного процесса использован пневмопривод для перемещения труб, зажатых в центраторе, а также для механической обработки торцов свариваемых труб.

Система рычагов центратора обеспечивает синхронность и плавность работы двух пневмоцилиндров, отвечающих за быстрый подвод-отвод свариваемых торцов труб.

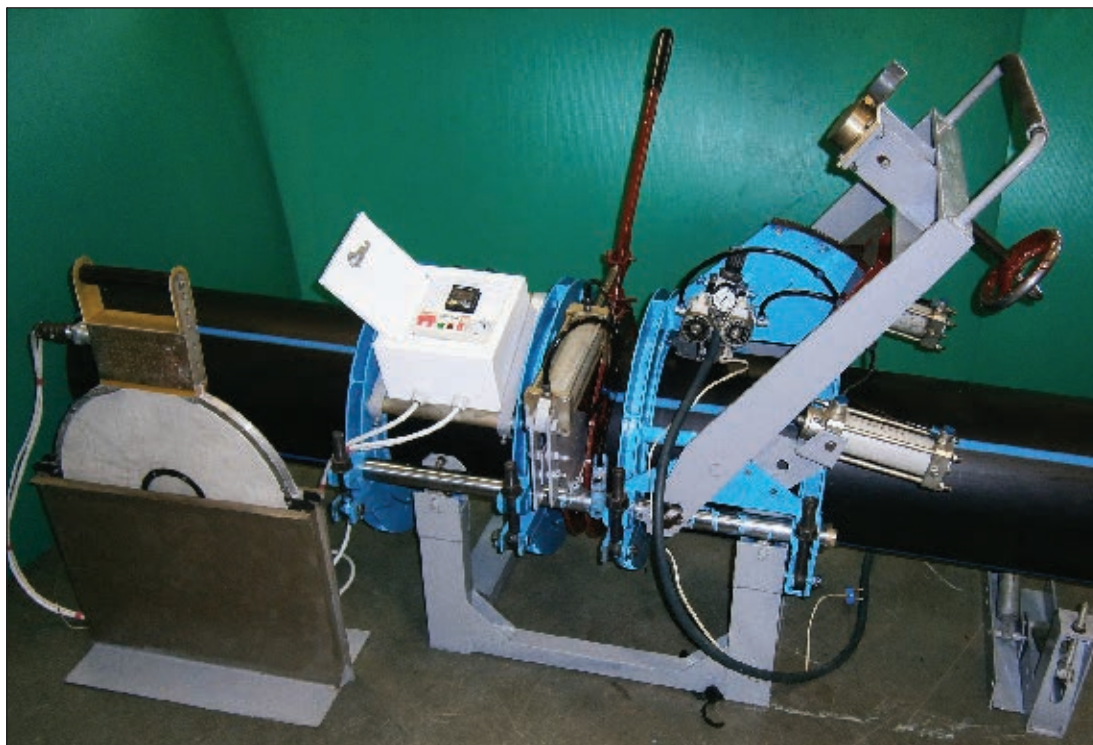


Рисунок.
Установка
для сварки
встык
нагретым
инструментом
полиэтилено-
вых труб
диаметром
160–400 мм

Применение пневмопривода в торцевателе основано на нечувствительности пневмопривода к перегрузке.

В данной установке предусмотрена возможность работы в режиме ручного привода, что может быть полезно при возникно-

влении нештатных ситуаций в сложных производственных условиях.

При дальнейшей доработке механизированной установки с пневмоприводом возможно создание сварочного комплекса с высокой степенью автоматизации. ● #1230

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

Юрию Васильевичу Бутенко — 60 лет

5 мая исполняется 60 лет главному сварщику ГП НПКГ «Зоря»—«Машпроект» Ю. В. Бутенко.

Трудовую деятельность в сварочном производстве Юрий Васильевич начал в 1976 г. на Северном машиностроительном предприятии (Северодвинск Архангельской области) после окончания Николаевского кораблестроительного института по специальности «Технология и оборудование сварочного производства». Работая на СМП, он прошел путь от инженера-сварщика до начальника научно-исследовательской лаборатории сварочного производства. В 1995 г. перешел на работу в ПО «Зоря» (Николаев) и с 1996 г. работает главным сварщиком предприятия.

За время своей деятельности Юрий Васильевич выполнил много работ, направленных на улучшение качества сварных конструкций, снижение трудоемкости сварочных работ, автоматизации процессов сварки, улучшение условий труда сварщиков. Некоторые работы удостоены дипломов НТО им. академика А. Н. Крылова, а за разработку и внедрение технологии сварки крупногабаритных конструкций из высокопрочных сталей с подогревом, в содружестве со специалистами ЦНИИ КМ «Прометей», удостоен премии им. М.В. Ломоносова.

Огромный производственный опыт позволил Юрию Васильевичу стать специалистом в области сварки высокопрочных среднелегированных и жаропрочных сталей, а также сплавов на никелевой основе различными способами, в том числе и вакуумной пайкой. Ряд технических решений и внедренных в производство научных разработок защищены авторскими свидетельствами и патентами на полезную модель. Некоторые образцы новой техники, которые создавались и внедрялись в производство под руководством и при непосредственном участии Юрия Васильевича, завоевали призовые места на ВДНХ СССР.

Юрий Васильевич ведет большую работу по повышению квалификации сварщиков, и, являясь доцентом кафедры сварки Национального университета кораблестроения, готовит кадры инженеров-сварщиков. Он также активно участвует в общественной жизни — на протяжении многих лет является членом Совета Общества сварщиков Украины.

Ю. В. Бутенко награжден медалями «100 лет подводным силам России» и «50 лет атомному подводному флоту России».

Сердечно поздравляем Юрия Васильевича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

Совет Общества сварщиков Украины, редколлегия, редакционный совет и редакция журнала «Сварщик», редколлегия журнала «Вісник Товариства зварників України»



Инверторные машины для контактной микросварки

П.Д. Федоров, ООО НПП «Сварка-Контакт-Сервис», Н.Я. Смирнов, Д.И. Лихачев, ЗАО «Технолог-С» (Санкт-Петербург)

Промышленные образцы машин для контактной сварки с промежуточным звеном повышенной частоты появились около трех десятилетий назад. Сначала элементной базой были силовые тиристоры, а в последние годы их заменили транзисторы IGBT (от англ. Insulated-gate bipolar transistor — «биполярный транзистор с изолированным затвором»), сочетающие в себе достоинства как биполярных, так и полевых транзисторов, а также так называемые «интеллектуальные» IGBT транзисторы, имеющие встроенную внутри корпуса защиту от токовых перегрузок.

Название «с промежуточным звеном повышенной частоты» корректно отражает суть преобразований в силовой цепи контактной машины, однако оно громоздко. Кроме того, оно не закреплено ГОСТ 22990, регламентирующим сварочные термины и определения. Поэтому в контактную сварку из дуговой переключало название «инверторные» машины. Из дуговой сварки заимствовано и использование в условном обозначении машин МТЧ буквы «Ч», которое также не регламентировано ГОСТ 297-80 по причине отсутствия этого класса машин на момент утверждения ГОСТ. В дальнейшем в силу известных причин действие ГОСТ 297-80 продлено без внесения в него изменений.

Поскольку преобразование тока происходит по схеме: «выпрямление сетевого напряжения → преобразование (инвертирование) постоянного тока в ток повышенной частоты → трансформация/снижение напряжения и повышение силы тока → выпрямление сварочного тока», название «инверторные» не противоречит сути происходящих процессов и как более краткое имеет перспективу закрепиться в русскоязычной технической литературе.

До недавнего времени и в публикациях ИЭС им. Е.О. Патона, и в проспектах компаний КНР на русском языке использовался термин «машина с промежуточным звеном повышенной частоты». В европейских странах (ФРГ, Франция, Италия, Испания) и в США используют термин «машина средней частоты». Под «средней частотой» подразумевается частота в диапазоне 1–10 кГц. В настоящей статье будет использоваться для краткости термин «инверторная машина контактной сварки» (ИМКС).

Почему повышенная или средняя частота? Казалось бы, чем выше частота, тем больше возможностей для уменьшения трансформатора. Однако трансформаторную сталь можно эффективно использовать до частоты 1000 Гц, иногда при уменьшении толщины — до 10 кГц. Дальнейшее повышение частоты требует использования пермаллоев, аморфной стали, а на более высоких частотах — ферритовых магнитопроводов, которые не дают в силовых трансформаторах такого выигрыша, как электротехническая сталь, в основном из-за низкой индукции насыщения.

В связи с более высокой себестоимостью инверторного источника по сравнению с традиционным источником промышленной частоты для обоснования его целесообразности в технической и рекламной литературе говорят о таких преимуществах, как снижение массы при манипулировании инструментом (клещи со встроенным трансформатором) мускульной силой, манипулятором или роботом, а также о снижении активных потерь в обмотках трансформатора благодаря уменьшению средней длины витка. О технологических возможностях практически нет публикаций.

Что дает повышенная частота по сравнению с другими типами источников питания технологам, и где технологически целесообразно применять ИМКС?

В большинстве случаев (при сварке деталей толщиной более 0,1 мм из сталей и других материалов с невысокой теплопроводностью) достаточно использовать наиболее дешевые однофазные машины переменного тока, даже с глубоким фазовым регулированием силы сварочного тока (до 50% на каждой ступени трансформатора). Для цветных металлов и сплавов предпочтительнее иметь униполярный сварочный импульс с минимальными пульсациями. Для этих целей традиционно использовались конденсаторные и низкочастотные машины, затем наряду с ними — машины постоянного (выпрямленного) тока, которые при должной конструкции и соответствующем управлении могут повторить форму импульса низкочастотной машины или, во многих случаях, конденсаторной.

В сторону увеличения времени протекания сварочного тока машины с выпрямлением практически не имеют ограничений. Однако в диапазоне

малых толщин свариваемых материалов, где требуемая длительность импульса сварочного тока $t_{\text{и}}$ равна или менее полупериода частоты сетевого напряжения ($t_{\text{и}} \leq 10$ мс), использование машин с выпрямлением сетевого напряжения на стороне сварочного контура теряет смысл.

ИМКС также можно отнести к машинам с выпрямлением на стороне сварочного контура, но в этом случае дискретность управления сварочным током (длительность одного полупериода) значительно сокращается. Так, при частоте 10 кГц она составляет 0,05 мс. Таким образом, ИМКС может повторить форму импульса конденсаторной машины, а в случае необходимости производить сварку током практически любой заданной формы с указанной дискретностью.

Проблема состоит в том, что новые технологические возможности ИМКС до настоящего времени фактически не исследованы и отсутствует должная теоретическая база. Это обусловлено тем, что исследователи не имели инструмента, обладающего такими возможностями, как ИМКС. Однако на ряде предприятий, освоивших ИМКС, специалисты на практике отрабатывают режимы сварки ответственных изделий, которые по стабильности качества существенно превышают результаты, получаемые при сварке на машинах с другими типами источников питания. Эти режимы не всегда становятся доступными технологам других предприятий, иногда они являются секретом производства данной фирмы и не подлежат разглашению. А часто просто популяризации достижений не уделяется должного внимания.

Для управления инверторным источником требуется специальная аппаратура управления, способная управлять процессом, контролировать его, обрабатывать сигналы различных датчиков с высоким быстродействием. Современные источники сварочного тока для ИМКС требуют современной аппаратуры управления на базе промышленных компьютеров.

Ряд зарубежных фирм серийно выпускают источники тока средней частоты (трансформаторно-выпрямительный моноблок, залитый компаундом, иногда в состав моноблока входит инвертор, либо инвертор делают отдельным блоком). Блоки управления, согласованные с источниками питания, выпускаются отдельно, обычно каждой фирмой для своего источника. В России серийное производство инверторных источников и блоков управления к ним отсутствует. При разработке и изготовлении ИМКС предприятия создают свои источники и свои блоки управления.

Стоимость микропроцессорных регуляторов существенно выше, чем стоимость привычных регуляторов цикла сварки серий РКС, РВИ и др. для машин промышленной частоты, однако находится в разумных пределах и в стоимости ИМКС составля-

ет долю, соизмеримую с долей стоимости РКС в стоимости машины промышленной частоты. Однако промышленные компьютеры имеют избыточные возможности, и, кроме управления инвертором и циклом сварки, их загружают дополнительными функциями диагностики состояния машины, контроля качества потребляемых энергоносителей, контроля параметров режима сварки, документирования каждой сваренной точки, допускового контроля и др. без удорожания системы управления.

К современным источникам и аппаратуре управления требуется и современный привод сжатия. За рубежом в клещах, особенно для роботизированной сварки, широко используют серийные электроуправляемые пропорциональные пневмоклапаны, являющиеся по сути редукторами давления сжатого воздуха с электрическим управлением. Благодаря этим клапанам можно не только изменять по команде аппаратуры управления давление сжатого воздуха (усилие сжатия пневмопривода) при переходе с одного режима сварки на другой, но и управлять усилием сжатия деталей непосредственно в процессе цикла сварки.

В конце 1980-х годов во ВНИИЭСО был разработан электроуправляемый пневмоклапан, но выпускали такие клапаны единичными экземплярами (завод «Электрик»^{*} выпускал специальные машины постоянного тока с переменным усилием сжатия с использованием этих клапанов). В последние годы зарубежная комплектация, в том числе и пропорциональные клапаны, в России стала доступной, и в некоторых машинах российского производства используют импортные управляемые электропневмоклапаны.

Технологические преимущества приводов сжатия с управляемым усилием изучены мало, как и инверторных источников тока, и по тем же причинам. Справедливости ради следует упомянуть ряд статей В.И. Колосова, посвященных сварке с понижением (вопреки каноническим требованиям повышения) усилия сжатия во время прохождения тока в цикле сварки. Несмотря на реально достигнутые результаты, широкого признания эта технология не получила. Но даже рекомендуемые режимы сварки с повышением усилия базируются, скорее, на исследованных возможностях массовых машин контактной сварки, чем на объективных закономерностях.

На современном уровне технологических знаний получаемого быстродействия управляемого пневмопривода сжатия для машин промышленной частоты достаточно, но в ИМКС динамичность системы «клапан — пневмоцилиндр — сварочная головка» оказывается ниже, чем управляемая скорость

^{*} К сожалению, ни ВНИИЭСО, переименованный в Институт сварки России, ни завод «Электрик» более не существуют.

изменения силы сварочного тока. По мере исследования и развития технологий контактной сварки в диапазонах малых толщин и микросварки инерционность привода может стать препятствием для исследования новых эффективных циклов сварки и их реализации в промышленном производстве.

Альтернативой управляемому пневмоприводу усилия сжатия является управляемый электропривод и сервопривод.

В качестве электропривода можно использовать линейные или шаговые двигатели. Сейчас разработано множество линейных двигателей, например, линейные асинхронные электродвигатели (ЛАД), линейные синхронные электродвигатели, линейные электромагнитные двигатели и другие, которые применяют, в частности, в станках (лазерных, водорезных, сверлильно-фрезерных) и другом промышленном оборудовании в составе сервоприводов (следающих приводов).

В состав сервопривода входит рабочий орган (двигатель, привод), датчик положения (скорости, усилия и т.п.) и система управления. Сигнал с датчика поступает в систему управления, которая формирует управляющий сигнал на рабочий орган с целью автоматического поддержания заданных параметров при их отклонении или на изменение и последующее поддержание на новом уровне при изменении управляющего воздействия.

В контактной сварке гидравлический сервопривод используют в современных рельсосварочных машинах производства КЗЭСО, Псковэлектросвар, разработках ИЭС им. Е.О. Патона. С конца прошлого столетия ряд зарубежных фирм (в частности, Duering, ФРГ) выпускают сварочные клещи с электрическим приводом сжатия.



Рис. 1. Машина МТЧ–5.05 для контактной сварки с электроприводом сжатия

К преимуществам сервопривода относится зависимость точности исполнения команды от свойств датчика, а не от свойств рабочего органа. Но при этом они требуют сложной и дорогой системы управления со сложной логикой обработки сигнала с датчика.

Применительно к машинам контактной сварки преимущества шаговых двигателей перед сервоприводом заключаются в отсутствии датчика перемещения, более простой системе управления — положение задается количеством шагов. Кроме того, шаговый привод дешевле, чем сервопривод. На высоких скоростях момент у шаговых двигателей снижается, но при использовании драйверов* со стабилизацией тока на основе ШИМ (широотно-импульсная модуляция) динамические характеристики двигателя улучшаются.

Наиболее эффективно сочетание преимуществ сервопривода и шагового привода при использовании шагового двигателя в сервоприводе. При этом предварительное позиционирование задается количеством шагов, после чего включается отрицательная обратная связь от датчика, в контактной машине — датчика усилия.

Указанные передовые технические решения были реализованы в машине контактной сварки МТЧ–5.05 (рис. 1) разработки и изготовления ЗАО «Технолог-С».

Машина МТЧ–5.05 предназначена для сварки деталей из нержавеющей стали, циркониевых и титановых сплавов толщиной до 0,5+0,5 мм.

Машина имеет традиционную для контактных машин малой мощности компоновку: рабочий стол с тумбой. На столе закреплена сварочная головка, в тумбе размещена аппаратура управления и силовая электрическая часть. На столешнице установлен также монитор. Монитор представляет собой стойку с размещенной в ней мини-клавиатурой Dialog, USB-разветвителем и жидкокристаллическим дисплеем LCD Eplutus EP-9500.

На экран может выводиться информация о параметрах режима сварки, диагностика состояния контролируемых параметров, сведения об отказах.

Источник сварочного тока состоит из инвертора (трехфазный выпрямитель с фильтром, инвертор на транзисторах IGBT, высокочастотный трансформатор ВТ-10-1 со встроенным в контактные колодки вторичной обмотки выпрямителем на силовых диодах ДЧ-143-800-4) и блока управления. Систем-

* Драйвер — в общем смысле этот термин употребляется для обозначения устройства преобразования каких-либо сигналов до определенных параметров. В более частном случае драйвером называют источник высоких напряжений или токов, управляемый малым напряжением или током. Такой драйвер применяется для управления электромотором, крупной светодиодной сборкой и т. д. Например, «драйвер светодиода», «драйвер мотора» (Из Википедии).

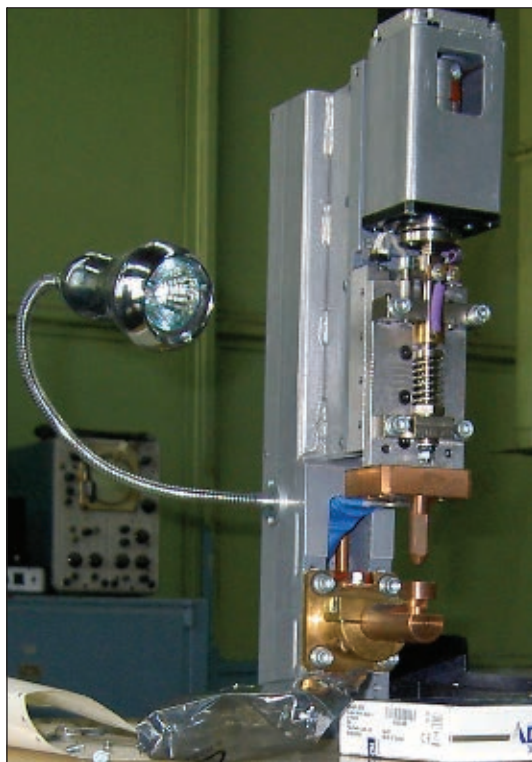


Рис. 2. Сварочная головка машины МТЧ-5.05

ный блок управления представляет собой промышленную станцию Advantech IPC-644 со специально разработанной программой управления процессом в режиме реального времени: управление инверторным источником; управление шаговым двигателем; контроль сигналов с датчиков; анализ информации и коррекция при необходимости параметров режима сварки; оценка качества сварного соединения путем сравнения контролируемых параметров с заданными технологом.

В общую цепь выпрямителя сварочного тока встроен шунт, сигнал с которого поступает в аппаратуру управления для контроля сварочного тока и выработки управляющих сигналов на инвертор.

Основные элементы сварочной головки (рис. 2) — корпус и рабочий привод в составе: электропривода, муфты, шарико-винтовой пары, концевой датчика, датчика усилия; пружинной развязки; электродов и хобота.

В качестве электропривода используют шаговый двигатель с ШИМ-драйвером. После перемещения сварочной головки на маршевой скорости в исходную точку с управлением по количеству шагов аппаратура управления переходит на управление по сигналу с датчика усилия.

Пружинная развязка служит для снижения инерционности привода, что является

Техническая характеристика машины МТЧ-5.05:

Номинальное напряжение питающей 3-ф. сети, В. . . 380+10%	
Максимальная сила вторичного тока при коротком замыкании (амплитудное значение) при $K_{тр}=36$, кА, не менее.	5,0
Номинальная сила сварочного тока (действующее значение) при $K_{тр}=36$, кА	4,0
Минимальная сила сварочного тока (действующее значение) при $K_{тр}=36$, кА, не более	0,5
Номинальная сила длительного вторичного тока, кА	1,6
Номинальная сила длительного первичного тока, А	50
Сопротивление сварочного контура, мкОм	500
Длительная потребляемая из сети мощность, не более, кВА	10
Реализуемое время сварки, мс	1–160
Максимальный ход электродов, мм	25
Номинальный вылет электродов, мм	94
Номинальный раствор, мм	28
Усилие сжатия электродов, Н:	
минимальное	5
максимальное	250
Источник тока	Инвертор
Номинальная производительность машины, свар./мин . . .	20
Габаритные размеры, мм.	900×500×1333
Масса, кг.	100

существенным технологическим фактором при сварке деталей малых толщин, особенно при рельефной микросварке (например, сварка стержня с пластиной).

Шарико-винтовая пара обеспечивает безлюфтовое преобразование вращательного движения вала шагового двигателя в линейное перемещение электрода.

Для повышения динамичности привода использована линейная направляющая с циркулирующими шариками.

Машину МТЧ-5.05 в течение ряда лет эксплуатируют на одном из предприятий Росатома.

Успешное развитие машин для контактной сварки с инверторными источниками питания и электроприводом усилия сжатия позволит провести исследование процессов контактной сварки с изменением силы тока и усилия сжатия и дать теоретическую базу производителям, которые в настоящее время опытным путем находят эффективные режимы сварки деталей малых и средних толщин на ИМКС.

По мере снижения стоимости комплектации (силовые полупроводниковые элементы, промышленные компьютеры, драйверы, двигатели, различные датчики) разница в цене ИМКС и традиционных машин будет уменьшаться и спрос на них возрастать.

● #1231

Методы активизации решения творческих инженерных задач*

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

Метод морфологического ящика. Этот метод разработан швейцарским астрономом Ф. Цвикки. Основная цель метода состоит в построении всех возможных вариантов реализации исследуемого объекта, как правило, для определения возможных границ его изменения.

Метод реализуют пятью процедурами:

- дают точную формулировку проблемы, подлежащей решению. На этом этапе очень важно дать общее описание исследуемого объекта;
- формулируют (выявляют) важные характеристики (свойства, функции) объекта, совокупность которых обеспечивает существование и функционирование объекта, решение проблемы;
- раскрывают возможные варианты реализации каждой характеристики (свойства, функции);
- совокупность полученных вариантов сводят в морфологическую матрицу (морфологический ящик);
- выбирают решение из морфологического ящика, определяют его функциональную ценность и возможность технического совмещения в единой системе.

Морфологический ящик представляет собой многомерную таблицу. Построение начинают с выбора главных характеристик — осей ящика. В качестве осей берут части объекта или этапы процесса. Их обозначают буквами. Записывают возможные альтернативы по каждой оси (элементы оси). Общее количество элементов в морфологическом ящике равно произведению чисел элементов на осях.

Морфологический ящик будет тем полнее, чем больше осей в нем и чем длиннее эти оси. Так, ящик, составленный Ф. Цвикки для прогнозирования одного только типа ракетных двигателей, при 11 осях имел 36 864 комбинаций. В этом, собственно, и заключается один из основных недостатков морфологического метода. При решении даже относительно простых задач в морфологическом ящике могут оказаться тысячи и десятки тысяч вариантов.

Другой недостаток метода — отсутствие уверенности в том, что при построении ящика учтены все оси и все классы вдоль этих осей.

Считают, что этот метод наиболее эффективен при решении конструкторских задач общего плана (проектирование новых машин, поиск новых компоновочных решений).

Метод морфологического ящика находит применение на стадии реализации направления решения проблемы в то время, когда конкретное техническое средство еще не выбрано окончательно, и идет процесс формирования его структуры. Метод также используют при прогнозировании развития технических систем, применяют его и эксперты, определяющие новизну технических решений.

Метод конструирования Р. Коллера. В значительной степени уровень конструкторской деятельности зависит от степени новизны изделия. Можно выделить несколько уровней конструирования. Первым (высшим) уровнем является конструирование творческое (оригинальное), когда оно основано на новых принципах работы. Вторым уровнем является конструирование машин, принцип работы которых известен ранее, но конструктор при этом получает новые качественные и количественные характеристики. Третий уровень — разработка известных в принципе машин, приспособленных к определенным условиям эксплуатации. Четвертый уровень — разработка ряда однотипных машин определенного назначения, которые отличаются какими-либо параметрами. И последний, пятый уровень — конструирование деталей и сборочных единиц в соответствии с условиями производства и требованиями стандартов.

В то же время в процессе конструирования присутствует еще мало изученный процесс творчества, потому что часто в первом приближении следует наглядно изобразить изделие или его элемент, который предметно еще не существует. Это и есть творческая задача в области техники.

Одним из методов активизации решения творческих задач является метод конструирования Р. Коллера. Он базируется на трех

* Продолжение. Начало см. «Сварщик» №1–2012.

составных частях, каждая из которых представляет самостоятельный интерес:

- последовательность конструирования изделий;
- структура основных операций и основных функций;
- фонд физических эффектов.

В наиболее общем виде процесс конструирования может быть разделен на три этапа синтеза: функциональный, качественный и количественный. Данную последовательность называют физико-алгоритмической методикой конструирования. Следует иметь в виду, что для каждого из приведенных этапов разработаны правила и методики его выполнения. В процессе описания этапов Р. Коллер указывает их комплексность, понимая под ней полноту рекомендаций (или полноту алгоритмизации).

Основная цель физико-алгоритмической методики — поиск как можно большего числа решений поставленной задачи с целью выбора оптимального в конкретных условиях. Для этого необходимо полное абстрагирование от реальной конструкции анализируемого объекта; внимание концентрируется на функции, которую это изделие должно выполнять.

Все технические системы Коллер делит на три класса: машины, преобразующие энергию; аппараты, преобразующие вещество; приборы, преобразующие информацию. Процесс исследования разделяют на отдельные этапы. Постановка задачи включает описание цели, условий и ограничений. Первым шагом на пути от постановки задачи к конкретным решениям является формулировка общей функции системы, подлежащей разработке. Под формулировкой общей функции понимают установление свойств и состояний входных и выходных величин в соответствии с заданной целью и с учетом ограничивающих условий. Входные и выходные параметры системы представляют собой функцию цели, которую необходимо достичь. Получив представление о связях «причина-следствие» системы на уровне функций, их заменяют раздельным сочетанием определенных подфункций и только после этого занимаются поиском путей реализации отдельных подфункций.

Важной особенностью метода Р. Коллера является последующее расчленение выделенной структуры подфункций на отдельные элементарные физические функции (неделимые элементы в функционально-физическом анализе технических сис-

тем). Каждая элементарная функция характеризуется, кроме выполняемой операции, еще и преобразуемой величиной. Если же отвлечься от параметра на входе параметра и на выходе, то остается чистая операция (подобно математической) или, по определению автора, основная операция. Таким образом, все функциональное многообразие технических систем сводится Р. Коллером к 12 основным операциям. Каждая операция имеет два значения: прямое и обратное (излучение — поглощение, проводимость — изолирование, сбор — рассеивание, проведение — непроведение, преобразование — обратное преобразование, увеличение — уменьшение, изменение направления (выравнивание) — колебание, сопряжение — прерывание, соединение — разъединение, монтаж (сборка) — разъединение, накопление — выдача).

В дополнение к основным физическим операциям Р. Коллер использует известные алгебраические (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня, отыскание логарифма, интегрирование, дифференцирование) и логические («и», «или», «не») операции.

В общем случае для реализации требуемой функции предлагают несколько элементарных функций (операций).

После разработки структуры элементарных функций осуществляют фазу конструирования, включающую выбор физических эффектов и их носителей, реализующих отдельные основные операции. Этот выбор производят с помощью разработанного Р. Коллером указателя физических эффектов и явлений, представляющих собой систематический подбор физических эффектов для отдельных основных операций. Такой специализированный информационный справочник является хорошим вспомогательным средством для реализации определенных элементарных функций.

Таким образом, предложенная Р. Коллером последовательность операций позволяет перейти от постановки задачи к принципиальному решению методически (с помощью правил). В результате появилась возможность автоматизации с помощью ЭВМ отдельных творческих этапов конструирования.

Алгоритм решения инженерных (изобретательских) задач. Алгоритм решения инженерных (изобретательских) задач (АРИЗ) разрабатывался в СССР под руководством Г.С. Альтшуллера и в своей основе использует стандартные эвристические приемы.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) базируется на закономерностях развития технических систем (ТС). Эти закономерности объединены в три группы и отражают соответственно статику, кинематику и динамику ТС.

К первой группе отнесены полнота частей системы (необходимым условием принципиально жизнеспособной системы является наличие и минимальная работоспособность основных ее частей: двигателя, трансмиссии, рабочего органа, органа управления); энергетическая проводимость (сквозной проход энергии по всем частям системы); согласование ритмики частей системы (частоты колебаний, периодичность действия и т.д.).

Во вторую группу включены: увеличение степени идеальности (идеальная ТС — система, масса, объем и площадь которой стремится к нулю, хотя ее способность выполнять работу не уменьшается, т.е. ее функция сохраняется); неравномерность развития частей (чем сложнее система, тем неравномернее ее развитие); переход в надсистему (исчерпав возможность развития, система включается в надсистему в качестве одной из частей, при этом дальнейшее развитие идет на уровне надсистемы).

Третью группу составляют: переход с макроуровня на микроуровень; увеличение степени всеполюсности (под простейшей всеполюсной системой понимают совокупность двух веществ (объекта B_1 и инструмента B_2) и поля P , дающего энергию взаимодействия). В соответствии с этим развитие идет в следующих направлениях: переход от механических полей к электромагнитным, увеличение степени дисперсности веществ, числа связей между элементами; ускорение реакции системы и т.д.

ТРИЗ предусматривает использование таких понятий, как техническое противоречие и идеальный конечный результат.

Техническое противоречие (ТП) представляет собой конфликт между частями или свойствами системы (или «межранговый» конфликт системы с надсистемой, системы с подсистемой). Для перехода к физическому противоречию (ФП) из двух конфликтующих частей системы ТП выделяют одну часть, а в этой одной части — одну зону, к физическому состоянию которой предъявляются противоречивые требования. Формулируют ФП следующим образом: «Данная зона должна обладать свойством A (например, быть подвижной), чтобы выполнять такую-то функцию, и свойством

не- A (например, быть неподвижной), чтобы удовлетворять требованиям задачи».

Четкая локализация и предельная обостренность самого конфликта (быть A и не быть A) в рамках ФП позволяет наметить план решения противоречивой задачи.

При решении задачи ориентируются на идеальный ответ. Хотя такой ответ не всегда достижим в полной мере, но есть стремление достигнуть максимального приближения к нему. Составленную по определенным правилам формулировку идеального ответа называют идеальным конечным результатом (ИКР). Это может быть «идеальная машина», «идеальное вещество», «идеальный способ».

Известно около 20 модификаций АРИЗ. Постоянные изменения в структуре метода, комбинации процедур, предлагаемые его разработчиками, говорят о том, что процесс развития метода продолжается, все больше опираясь на понимание тенденций развития технических систем, их особенностей и закономерностей мыслительного процесса. В последние десятилетия появились варианты АРИЗ, ориентированные на решение задач в определенных направлениях, определенной специализации.

В общем виде АРИЗ представляет собой программу последовательных действий из шести стадий. На стадии выбора задачи определяют направление решения поставленной проблемы, ведут поиск альтернативных путей. На второй стадии строят модель задачи, т.е. выделяют те элементы технической системы, которые образуют ТП. На третьей стадии (анализ модели задачи) уточняют зону конфликта и формируют требование к изменяемому элементу на уровне ФП. На четвертой стадии выполняют оценку найденного решения или подхода. На пятой (оперативной) стадии разрешают ТП. На шестой стадии (синтетической) согласуют вновь полученную ТС с другими системами, и принцип решения данной задачи распространяется на другие проблемы.

В процедурной части АРИЗ содержатся также приемы и примеры, призванные устранить психологическую инерцию мышления.

Разработан перечень типовых приемов устранения технических противоречий, содержащий 40 наименований.

1. Принцип дробления:

- разделить объект на независимые части;
- выполнить объект разборным;
- увеличить степень дробления (измельчения).

2. Принцип вынесения.

Отделить от объекта «мешающую» часть («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть.

3. Принцип местного качества:

- перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной;
- разные части объекта должны иметь разные функции;
- каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее соответствующих ее работе.

4. Принцип асимметрии.

Машины рождаются симметричными. Это их традиционная форма. Поэтому многие задачи, трудные по отношению к симметричным объектам, легко решаются нарушением симметрии.

5. Принцип объединения:

- соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты;
- объединить во времени однородные или смежные операции.

6. Принцип универсальности.

Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах.

7. Принцип «матрешки»:

- один объект размещен внутри другого, который, в свою очередь, находится внутри третьего и т. д.;
- один объект проходит сквозь полость в другом объекте.

8. Принцип антивеса:

- компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой;
- компенсировать вес объекта взаимодействием со средой (за счет аэро-, гидродинамических и других сил).

9. Принцип предварительного напряжения.

Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям.

10. Принцип предварительного исполнения:

- заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или частично);
- заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на их доставку.

11. Принцип «заранее подложенной подушки».

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами.

12. Принцип эквипотенциальности.

Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект.

13. Принцип «наоборот»:

- вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное (например, не охлаждать объект, а нагревать);
- сделать движущуюся часть объекта (или внешней среды) неподвижной, а неподвижную — движущейся;
- перевернуть объект «вверх ногами».

14. Принцип сфероидальности:

- перейти от прямолинейных частей объекта к криволинейным, от плоских поверхностей к сферическим, от частей, выполненных в виде куба или параллелепипеда, к шаровым конструкциям;
- использовать ролики, шарики, спирали;
- перейти к вращательному движению, использовать центробежную силу.

15. Принцип динамичности:

- характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы;
- разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.

16. Принцип частичного или избыточного решения.

Если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить «чуть меньше» или «чуть больше». Задача при этом может существенно упроститься.

17. Принцип перехода в другое измерение:

- трудности, связанные с движением (или размещением) объекта по линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (т. е. по плоскости). Соответственно, задачи, связанные с движением (или размещением) объектов в одной плоскости, устраняются при переходе к пространству трех измерений;
- многоэтажная компоновка объектов вместо одноэтажной;
- наклонить объект или положить его «набок»;
- использовать обратную сторону данной площади;
- использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь или на обратную сторону имеющейся площади.

18. Использование механических колебаний:

- придать объекту колебательное движение;
- если такое движение уже совершается — увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой);
- использовать резонансную частоту;

- применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы;

- использовать ультразвуковые колебания в сочетании с электромагнитными полями.

19. Принцип периодического действия:

- перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному);
- если действие уже осуществляется периодически — изменить периодичность;
- использовать паузы между импульсами для осуществления другого действия.

20. Принцип непрерывности полезного действия:

- вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой);
- устранить холостые и промежуточные ходы.

21. Принцип проскока.

Вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости.

22. Принцип «обратить вред в пользу»:

- использовать вредные факторы (в частности, вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта;
- устранить вредный фактор за счет сложения с другим вредным фактором;
- усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным.

23. Принцип обратной связи:

- ввести обратную связь;
- если обратная связь есть — изменить ее.

24. Принцип «посредника».

Использовать промежуточный объект-переносчик.

25. Принцип самообслуживания:

- объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции;
- использовать отходы (энергии, вещества).

26. Принцип копирования:

- вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии;
- заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями). Использовать при этом изменение масштаба (увеличить или уменьшить копии);
- если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным или ультрафиолетовым.

27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности.

Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступивших при этом

некоторыми качествами (например, долговечностью).

28. Замена механической системы:

- заменить механическую систему оптической, акустической или «запаховой»;
- использовать электрические, магнитные и электромагнитные поля для взаимодействия с объектом;
- перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных — к меняющимся во времени, от неструктурных — к имеющим определенную структуру;
- использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами.

29. Использование пневмоконструкций и гидроконструкций.

Вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие: надувные и гидронаполняемые, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные.

30. Использование гибких оболочек и тонких пленок:

- вместо объемных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки;
- изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок.

31. Применение пористых материалов:

- выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и т. п.);
- если объект уже выполнен пористым, предварительно заполнить поры каким-либо веществом.

32. Принцип изменения окраски:

- изменить окраску объекта или внешней среды;
- изменить степень прозрачности объекта или внешней среды;
- для наблюдения за плохо видимыми объектами или процессами использовать красящие добавки;
- если такие добавки уже применяются, использовать меченые атомы.

33. Принцип однородности.

Объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала (или близкого ему по свойствам).

34. Принцип отброса и регенерации частей:

- выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта должна быть отброшена (растворена, испарена и т. п.) или видоизменена непосредственно в ходе работы;
- расходимые части объекта должны быть восстановлены непосредственно в ходе работы.

Антипод принципа отброса — принцип регенерации.

35. Изменение физико-химических параметров объекта:

- изменить агрегатное состояние объекта;
- изменить концентрацию или консистенцию;
- изменить степень гибкости;
- изменить температуру.

36. Применение фазовых переходов.

Использование явлений, возникающих при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение теплоты и т. д.

37. Применение термического расширения:

- использовать термическое расширение или сжатие материалов;
- если термическое расширение уже используется, применить несколько материалов с разными коэффициентами термического расширения.

38. Применение сильных окислителей:

- заменить обычный воздух обогащенным;
- заменить обогащенный воздух кислородом;
- воздействовать на воздух или кислород ионизирующим излучением;
- использовать озонированный кислород;
- заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном.

39. Применение инертной среды:

- заменить обычную среду инертной;
- вести процесс в вакууме.

40. Применение композиционных материалов.

Перейти от однородных материалов к композиционным.

Разработчики АРИЗ считают, что современный инженер должен хорошо знать типовые приемы устранения технических противоречий. Без этого немыслима научная организация творческого процесса.

АРИЗ базируется на том, что возникающие ТП можно типизировать и каждое такое типичное противоречие устранить типичным приемом. Составлены таблицы, где по горизонтали указаны технические характеристики, которые желательно усовершенствовать, по вертикали — технические характеристики, которые ухудшаются, если первые характеристики улучшать известным способом, что нельзя допускать. В ячейках, где пересекаются эти взаимоисключающие друг друга характеристики, указаны номера типовых приемов (описанных выше), с помощью которых эти противоречия можно исключить или уменьшить.

Использование ЭВМ, в том числе в диалоговом режиме, позволяет облегчить и ускорить решение ряда инженерных задач методом АРИЗ.

В настоящее время АРИЗ продолжают совершенствовать, и он остается одним из наиболее привлекательных инструментов решения различных инженерных задач.

• #1232

Сварные трубы Луганского трубного завода на рынке России

«Метинвест Евразия», оптово-розничный канал сбыта Группы Метинвест в Российской Федерации, с февраля 2012 г. приступил к реализации электро-сварных труб производства ПАО «Луганский трубный завод» (ЛТЗ). В феврале поставки труб ЛТЗ на склады «Метинвест Евразия» составили около 4 тыс. т — об этом сообщает пресс-центр Группы Метинвест.

Продукция ПАО «Луганский трубный завод» традиционно востребована на рынке Российской Федерации в силу географической близости производителя к российским потребителям, узнаваемости продукции на рынке России и широких производственных возможностей предприятия. Предприятие выпускает широкий спектр продукции: профильные квадратные трубы от 15 до 140 мм; профильные прямоугольные трубы от 30×20 до 180×100 мм; круглые трубы диаметром от 51 до 168 мм.

«В 2010–2011 гг. сегмент профильных труб демонстрировал наибольшие темпы роста потребления среди всех групп строительного проката в европейской части России. Дополнение сортамента наших металлоцентров сварными трубами Луганского трубного завода — это логичный шаг на пути улучшения сервиса для наших клиентов. Сегодня мы способны предложить строительной отрасли и производителям металлоконструкций практически полный сортамент металлопроката строительного назначения, тем самым еще более полно соответствовать их потребностям», — отметил Роман Рыбалов, генеральный директор ООО «Метинвест Евразия».



www.prometal.com.ua



ОАО «Электромашино-
строительный завод
«Фирма СЭЛМА»

ОБОРУДОВАНИЕ для сварки и резки

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



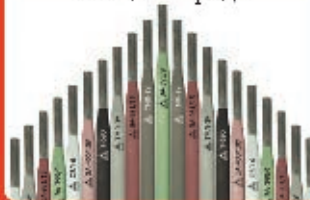
- Все оборудование сертифицировано.
- Гарантийное и сервисное обслуживание.
- Пуско-наладочные работы.
- Разработка и поставка автоматизированных комплексов для сварки и наплавки.
- Обучение и консультации по эксплуатации оборудования.
- Широкая дилерская сеть по Украине.

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

E-mail: sales@selma.crimea.ua

www.selma.ua

Спецэлектроды



Полированная сварочная проволока



Сварочные материалы ООО «Арксел»
Украина, г. Донецк, пр. Ваткин, 2/Б
тел./факс: +38 (062) 332 26 51; 389 94 58
e-mail: info@arksel.com.ua
www.arksel.com.ua



Сварочная проволока
сплошного сечения



Порошковая проволока



**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 евроограждений)



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



АНО-36 СУПЕР

РЕЗУЛЬТАТ ПРЕВЗОЙДЕТ ОЖИДАНИЯ

**ВЫСОКОЕ
КАЧЕСТВО**
плюс
**низкая
цена**



Диаметр
3,0 и 4,0 мм
Со склада
в Киеве
Доставка
заказчику

АНО-36 СУПЕР —

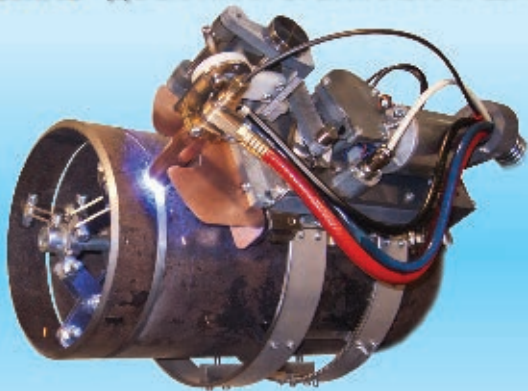
электроды по цене производителя

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



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

OrbiMAG – ДОСТУПНАЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СВАРКА



- Аттестованные квалифицированные сварщики не требуются!
- Автоматическая сварка неповоротных стальных труб методом MAG диаметром более 100 мм
- Строительство трубопроводов, газопроводов, нефтепроводов, водопроводов, теплотрасс и т.п.
- Сварка корневого шва с зазором без медной подкладки по инновационной немецкой технологии EWM-pipeSolution®
- Сварка заполняющих и лицевых слоёв рутиловой порошковой проволокой
- Высокая производительность, средний расход присадочных материалов на уровне 3 кг/час
- Plug & Weld. Эксплуатировать может любой грамотный специалист
- Доступная цена, короткий срок окупаемости

Больше информации на www.otm-co.net



OTM компания

ул. Чернышевская 13, Харьков
тел./факс: +380 (57) 7807081



ОДО «ЗОНТ»

торговая
марка

АВТОГЕНМАШ

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

Производство, поставка, сервис

МАШИНЫ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ:

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



MTI MIGATEH industries

УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАРЯВАННЯ ТРУБ



КОЛОНИ ТА ЗВАРЮВАЛЬНИ КОМПЛЕКСИ



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

www.migateh.com.ua

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



**ТРИАДА
СВАРКА**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Украина,
г. Запорожье,
ул. 40 лет Сов. Украины,
82, оф. 79
г. Днепропетровск,
пр. Кирова, 58, оф. 6

тел.: (061) 220-00-79
(061) 213-22-69
факс: (061) 233-10-58
(0612) 34-36-23
тел.: (056) 375-65-83
(050) 322-50-03

sales@triada-welding.com

www.triada-welding.com

ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЮТЬ ЕНЕРГІЮ



Содержание №1–2012 журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша)

Конференции, семинары, выставки

Исследования

J. Niagaj. Пути повышения эффективности сварки нержавеющей стали

J. Dworak. Влияние формы импульса лазерного луча на процесс сварки импульсным YAG лазером

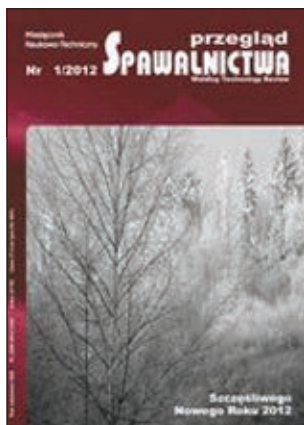
Z. Szefner, T. Janik. Разрушение конструкции перекрытия в свете требований качества сварки

A. Sawicki. Модифицированная модель Habedank и гибридной TWV дуги с переменной длиной для моделирования процессов в электрических установках

R. Krawczyk. Анализ эксплуатационной прочности разъемного соединения в конструкции колес специальных тележек

Новые книги

Новое сварочное оборудование и материалы



Содержание №1–2012 журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша)

P.Zbroja, A.Ziewiec, E.Tasak. Склонность к образованию горячих трещин аустенитной стали Super 304H, работающей в условиях повышенной температуры

K.Pancikiewicz, S. Kwiecien, E.Tasak. Свойства сварных соединений из стали 7CrMoVTiB 10-10(T24) после термической обработки

A.B.Murphy. Влияние паров металла на дуговую сварку. Часть 1

Новости техники

J.Kozłowski. Сертификация производственного контроля продукции в соответствии с EN 1090-1

Конференции



Содержание №2–2012 журнала «Przegląd Spawalnictwa» (Польша)

J.Stania, S.Chomiuk, R.Dadak. План приварки дополнительной конструкции — траверсы

J.Stania, H.Marcinkiewicz, M.Kielbik. План сварки элементов шахтной крепи

J.Stania, H.Fryc. Сварка железнодорожных вагонов — план работы

J.Stania. Сварка стальных элементов пешеходных переходов

G.Rogalski, D.Fedrych. Аттестация технологии сварки в соответствии со стандартом PN-EN ISO 15614-8 на примере сварки пластин в теплообменниках

J.Stania. Устранение сварочных дефектов

K. Poch. Оценка эффективности магнитопорошкового метода контроля

T.Pfeifer, A.Kiszka. Сварка автомобильной стали с использованием метода MAG со сменой полярности (AC Pulse)



Содержание №4–2011 журнала «Sudura» (Румыния)

Исследование — разработка

Использование уравнения Адамса для определения теплопоглощения при сварке нержавеющей стали 316. **S.Cvetkovski, P. Krjalainen**

Практика сварки

Водные реактивные испытания. Пример применения при строительстве турбин. **W. Storch, I. Jokiel, G. Gnirb, Z. Rafajlovic, H. Schumacher**



Содержание №4–2011 журнала «Varilna Tehnika» (Словения)

Новости

Школа сварки

Практика сварки

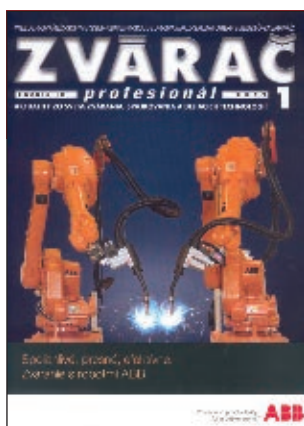
Исследования

D.Zuljan. Формальные и неформальные методы обучения в Институте сварки

Z.Bergant, J.Grüm. Ремонт поверхности

стального инструмента наплавкой NiCoMo-порошка

K.Gotlih, T.Vuherer, D.Kovac, S.Brezovnik. Влияние скорости анизотропии роботов на технологию сварки вблизи границ рабочего пространства



Содержание №1–2012 журнала «Zvarac» (Словакия)

J.Bruncko, M.Michalka, F. Uherek. Гибридная сварка — эффективное сочетание лазерной и дуговой сварки

G.Martancikova, B.Martancik, M.Maronek. Оценка эффективности использования сварочного тренажера при обучении сварщиков

P.Sevcik, V.Zunanska, D.Duricek. Свойства сварного соединения двух высокопрочных сталей различной толщины, выполненного с помощью лазера

V.Zunanska, D.Duricek, P.Sevcik. Технологические свойства стали, используемой для сварных заготовок в автомобильной промышленности

Ю.С. Коробов, В.И. Шумяков, А.С. Прядко. Рациональный подход к восстановлению деталей оборудования газотермическим напылением

Календарь выставок на 2012 г.

Россия (продолжение)

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
09.10–12.10	Новокузнецк	Сибирский промышленный форум–2012	Выставки: Машиностроение — 2012 Металлургия — 2012 Сварка — 2012	«Кузбасская ярмарка» www.exponet.ru
23.10–26.10	Москва, ЭЦ «Сокольники»	Weldex / Россварка–2012	12-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	Выставочный холдинг MVK Компания «Элсвар» www.weldex.ru
16.10–19.10	Иркутск, Иркутский международный выставочный комплекс «СибЭкспоЦентр»	ТехМашЭкспо Сварка–2012	Выставка технологий, оборудования, оснастки, инструментов для различных отраслей промышленности, автоматизации производства и неразрушающего контроля	СибЭкспоЦентр www.exponet.ru
16.10–19.10	Новосибирск, ВК «Новосибирск Экспоцентр»	Сибполитех 2012	Всесибирский промышленный форум	Международный Выставочный Центр «ITE Сибирская ярмарка»
22.10–25.10	Москва, Экспоцентр	MASHEX–12	15-я международная специализированная выставка оборудования, комплектующих, материалов, технологий и услуг для металлообработки и машиностроения	Экспоцентр http://www.expoctr.ru www.masheх.ru
07.11–09.11	Уфа, Уфимский дворец спорта	Уральский промышленный форум–2012	Промышленный форум	ООО ВЦ «БашЭКСПО» www.bashepo.ru
14.11–16.11	Волгоград, Волгоградский дворец спорта профсоюзов	Промышленная неделя 2012	III Специализированная выставка оборудования и технологий металлургической, машиностроительной, энергетической, электротехнической, нефтегазовой отраслей	ВЦ «Царицынская ярмарка» www.vmost.ru
27.11–29.11	Казань, ВЦ «Казанская ярмарка»	Нанотехнологии. Казань–2012	Специализированная выставка	ОАО «Казанская ярмарка» www.expo-kazan.ru
04.12–06.12	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Сварка	Международная специализированная выставка-конференция	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
04.12–06.12	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Металлообработка. Инструменты	Специализированная выставка металлообрабатывающих технологий, оборудования	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
04.12–06.12	Екатеринбург, МВЦ «Екатеринбург-Экспо»	Сварка. Контроль и диагностика–2012	12-я Международная специализированная выставка-конференция	ВО «Уральские выставки» www.uv2000.ru
11.12–13.12	Тюмень, Выставочный зал	Сварка 2012	Специализированная выставка	ОАО «Тюменская ярмарка» www.vmost.ru

Научно-техническая конференция «Современные проблемы металлургии и технологии сварки и наплавки сталей и цветных металлов»

25–26 октября 2012 г. (Киев)

К 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники, проф. Д.М. Рабкина и докт. техн. наук, проф. И.И. Фрумина

Организаторы конференции: Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Общество сварщиков Украины

Тематика конференции:

- исследование физико-металлургических процессов при сварке и наплавке
- современные технологические процессы сварки и наплавки
- новые высокоэффективные сварочные и наплавочные материалы
- развитие способов нанесения покрытий и модифицирования поверхностей
- изготовление и ремонт сварных конструкций в промышленности с применением современных технологий

Желающие принять участие в конференции должны до 1 июня 2012 г. направить в адрес Оргкомитета предложения по теме доклада и составу участников. Условия участия в работе конференции можно уточнить в Оргкомитете.

Контактные телефоны:

(044) 200-5406; 200-6357; 200-2466; 200-8277
e-mail: office@paton.kiev.ua; tzu@e-mail.ua



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)



XV МЕЖДУНАРОДНАЯ СВАРОЧНАЯ ВЫСТАВКА

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

Трудный путь легкого металла в ракетостроение

Электронно-лучевая сварка

А.Н. Корниенко

В течение 1950-70-х годов способы сварки, основанные на дуговых процессах, заняли лидирующее положение в производстве ракетно-космической техники. Однако продолжался процесс улучшения эксплуатационных качеств алюминиевых сплавов. В основном повышение прочности достигалось нагартровкой и термической обработкой, поэтому задача сужения зоны термического влияния оставалась актуальной. На пути эволюции сварки плавлением появляется более концентрированный источник энергии — электронный луч, который по своей удельной энергетической мощности превосходит дуговые процессы, а выполнение сварки в вакууме позволяет сохранить исходную чистоту свариваемого металла.

Перед создателями ракетно-космических аппаратов, судов и других транспортных средств всегда стоит задача уменьшения массы конструкции и увеличения ее прочности. Устранить это противоречие можно, используя новые материалы с более высокой удельной прочностью.

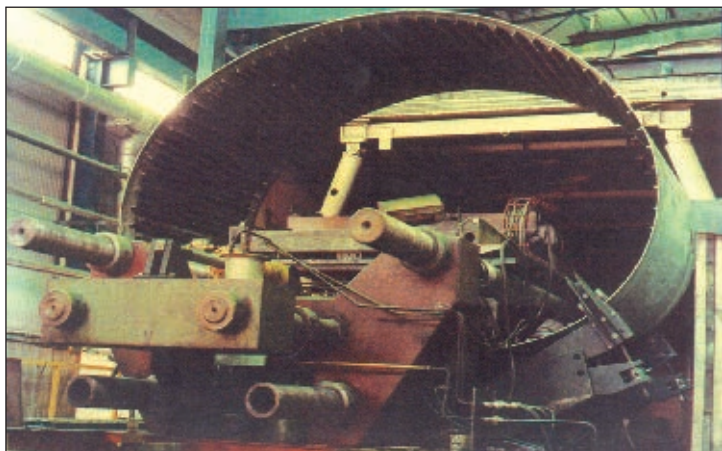
В ВИАМ, НИАТ, ВИЛС, ИЭС им. Е.О. Патона и ряде других организаций разрабатывались новые высокопрочные алюминиевые сплавы систем легирования Al-Zn-Mg и Al-Cu-Mn: 1915, Д20, Д21, 1201. Важным фактором повышения прочности стало применение нового класса алюминиевых сплавов с цирконием, скандием, литием: термически неупрочняемых сплавов типа 1515, 1523, 1570 (Al-Mg-Sc) с высокими показателями прочности, коррозионной стойкости и термически упрочняемых типа

1970, 1975 (Al-Zn-Mg-Sc) и 1421, 1423 (Vg-Li-Sc). Одновременно И.Н.Фридляндер, Д.М.Рабкин, А.В.Лозовская и другие решали проблемы их свариваемости. Однако, как правило, с добавкой в сплав компонентов, повышающих прочность, жаро- и/или криогеностойкость, свариваемость ухудшалась. Максимальное уменьшение зоны термического влияния было необходимо как для сохранения эксплуатационных характеристик термически упрочненных алюминиевых сплавов, так и для уменьшения напряжений и деформаций сварных конструкций. Понятно, что при отклонении от проектной геометрии конструкции точность попадания ракеты в цель не гарантируется.

Технологии, основанные на дуговых процессах, еще продолжали совершенствоваться (см. «Сварщик» №5 и 6, 2011), но сварщики уже понимали, что электронно-лучевые процессы перспективнее. Создание электронно-лучевой сварки (ЭЛС) началось с нуля, когда уже было налажено производство ракет-носителей первых поколений.

Период от открытия электронного луча английским физиком У.Р.Гроувом в 1852 г. до момента его использования для сварки металлов растянулся на сотню лет. В 1957 г. во Франции (Д.А. Стор), а в следующем году в США (В.Л. Вимен) и Германии (К.Х. Штейгервальд) занялись разработкой ЭЛС. В СССР разворачивались такие же исследования, в первую очередь, с целью использования вакуума для обеспечения «чистых условий» в зоне сварки. В 1957 г. в Московском энергетическом институте (МЭИ) Н.А.Ольшанским и Н.Г.Сушкиным были получены первые швы. В 1958 г. в ИЭС им. Е.О.Патона положительных результатов добились Б.А.Мовчан, Д.М.Рабкин, С.М.Гуревич и С.Д.Загребенюк. Исследовали характеристики электронных лучей, определяли возможность формирования мощных лучей и прецизионной сварки остросфокусированными лучами (Г.С.Крыштаб, О.К.Назаренко, В.Е.Локшин и др), изучали особенности работы высоковольтных источников

Пояс топливного бака ракеты диаметром 4 м и длиной 2,5 м со стрингерами, сваренными электронным лучом в камере КЛ 113



питания, систем стабилизации режима сварки и управление лучом (В.Д.Шелягин, Ю.М.Ланкин и др.).

Создание ЭЛС продвигалось быстрыми темпами. Одним из основных заказчиков новых высоких технологий были ракетчики. Соответствующее Постановление Совета Министров СССР №1210 вышло 7.12.1963 г., а уже 27.02.1964 г. директор ИЭС поручил «разработать крупногабаритную аппаратуру с выводом электронного пучка в атмосферу в соответствии с техзаданием п/я1000 и п/я186» (С.П.Королев и М.К.Янгель). Создавать новые производственные технологии Б.Е.Патон поручил О.К.Назаренко, а оборудование — конструкторскому отделу А.И. Некрасова.

Реализация уникальных технологических возможностей ЭЛС зависела от «обеспечения» вакуумом (около 10^{-4} мм рт. ст.). Однако в начале 1960-х годов в стране не было камер с объемом, достаточным для размещения крупногабаритных конструкций. В МЭИ, НИИ-48 и ряде других организаций занимались «созданием» вакуума в локальном объеме, разрабатывались соответствующие пушки. В ИЭС им. Е.О. Патона решение этих проблем форсировал Борис Евгеньевич, регулярно рассматривая их на совещаниях.

Устройства, обеспечивающие локальное и мобильное вакуумирование, установки с автоматическим регулированием режима были сконструированы, был изучен механизм проплавления металла, гидродинамические и некоторые другие явления в сварочной ванне (Б.С.Касаткин, Г.И.Лесков, О.К.Назаренко, и др.). Но с разработкой технологии ЭЛС алюминиевых сплавов возникли особые проблемы. Сравнительно низкая температура испарения компонентов сплавов обуславливала быструю «порчу» вакуума, нарушение параметров режима и нестабильную работу энергетического комплекса. И чем толще были свариваемые заготовки, тем выше была энергия луча и тем интенсивнее было испарение и значительнее перепады вакуума в зоне сварки. В США специалисты, столкнувшись с этой же проблемой, сомневались в возможности «обойти природу» и готовы были отказаться от внедрения ЭЛС в ракетостроение. Б.Е. Патон к изучению процессов парообразования подключил технологические отделы. К разработке технологии ЭЛС алюминиевых сплавов подключили А.А.Бондарева.

А.А.Бондарев исследовал процессы взаимодействия электронных лучей с металлом, измерил термические циклы на всех стадиях образования сварного соединения и давление потоков электронов на поверхность изделия, определил природу дефектов, обобщил в диссертациях — первых в СССР по данной проблеме. На основании этих и других исследований создавалось сварочное оборудование и разрабатывались технологические процессы, позволившие решить многие сложные задачи современной техники.

Способ ЭЛС с локальным вакуумированием был впервые реализован при изготовлении обечаек, в том числе вафельных, баков ракет большого диаметра с длинными стыковыми соединениями и крупногабаритных поковок из сплава 1201 на заводе «Прогресс» и других заводах отрасли, а также толстолистовых полотнищ заготовок алюминиевых цистерн взамен дуговой сварки. При ЭЛС степень разупрочнения основного металла и ширина ЗТВ значительно меньше, а прочность соединений на 10–15% выше, чем при дуговых способах; структура металла шва и в зоне сплавления мелкокристаллическая. Технология обеспечивает минимальные сварочные деформации (не более 0,03 мм при диаметре до 100мм), возможность сварки конструкций при отсутствии доступа к обратной стороне стыка и др. Незначительный (не выше 60°C) разогрев расположенных внутри оболочки монтажных элементов и микросхем допускает герметизацию микросхем высокоточных приборов с одновременным вакуумированием, расположение гермовводов на расстоянии до 2 мм от сварного шва. Несмотря на сложное оборудование, ЭЛС начала вытеснять дуговые технологии сварки ответственных и сложных конструкций: цилиндрических и конических оболочек от 300 до 8000 мм, топливных систем, криогенных емкостей и других элементов ракетно-космических аппаратов из алюминиевых и магниевых сплавов.

14–15 октября 1971 г. на конференции по ЭЛС в докладе «Современное состояние и задачи электронно-лучевой сварки» академик Б.Е.Патон отметил, что «состояние этого способа сварки в нашей стране характеризуется серьезными достижениями в изучении электронно-лучевого процесса и свойств соединений широкого круга материалов. Накоплен богатый опыт в разработке и совершенствовании технологии и оборудования...». В 1970-х годах было введено в эксплуатацию около 200 установок для ЭЛС ответственных изделий.

ЭЛС была применена и для не совсем обычного дела — для производства полуфабрикатов тонкостенных алюминиевых панелей с ребрами жесткости. Эти панели — стенки топливных баков обычно изготавливали горячим прессованием, но только из высокопластичных сплавов и при определенных соотношениях размеров листов и ребер. Но выпрессовывать полотнища с ребрами необходимых размеров из высокопрочных сплавов не удавалось, поэтому для уменьшения массы значительную часть металла фрезеровали или вытравливали из толстых листов, оставляя квадратные полости, и в результате панель выглядела как вафля. Б.Е. Патон не мог не вмешаться и предложил неординарное применение ЭЛС — ребра приваривать к сравнительно тонким листам, при этом для исключения деформаций конструкцию растягивать.



Б.Е.Патон знакомит М.С.Горбачева, В.В.Щербицкого и В.С.Шевченко с технологией изготовления реберных панелей

Были разработаны технологии приварки ребер одним, двумя угловыми швами, прорезным швом (Л.М.Лобанов, О.К.Назаренко, А.А.Бондарев). Применение оребренных панелей из новых алюминиевых сплавов и ЭЛС баков из них не только удешевило производство, но и позволило улучшить тактико-технические данные ракетных комплексов. Так, боевые возможности Р-36М2 («Воевода») с межконтинентальной баллистической ракетой 15А18М (РС-20В; SS-18) с 10 боеголовками (ведущий конструктор КБЮ С.И.Ус), каждая мощностью, эквивалентной полмегатонны, в 1989 г. значительно превосходили боевые качества ее первых образцов и до настоящего времени не превзойдены (см. «Сварщик» №11, 2011).



Ракета-носитель «Протон»

А.А. Бондаревым, Е.Г. Терновым и другими комплекс прогрессивных сварочных технологий был внедрен в производство тяжелой ракеты-носителя «Протон» В.Н. Челомея (завод им. М.В. Хруничева), ракет морского базирования на Красноярском машиностроительном заводе, крылатых ракет на заводе «Стрела» в Оренбурге, днепропетровских ракет «Космос», «Циклон», «Зенит», «Днепр» и других ракет, стоящих на боевом дежурстве или успешно используемых для запуска космических аппаратов в интересах науки, обороны или народного хозяйства. Кроме баков, сваривают корпуса электровакуумных приборов, гироскопов, а также толстостенных (40 мм) алюминиевых оболочек термоядерных бомб в НИИ-101 в Челябинске-70.

Иная судьба постигла ракетный космический комплекс 11А52 (Н1-ЛЗ, SL-15) для полета на Луну. К созданию самого сложного комплекса С.П. Королев приступил в 1961 г. и выбрал неудачный проект. Одна из ошибок — это огромные нетранспортабельные блоки трехступенчатой ракеты-носителя Н-1 диаметром 9 м. Пришлось строить завод на космодроме (Байконур), однако контрольно-испытательные работы проводились только на стартовом оборудовании. Что касается баков, то они были из сплава АМг6, сваривались дуговыми способами (с участием бригады Б.А. Стебловского). В 1969 г. начались пробные запуски, все закончившиеся мощными взрывами. 24 ноября 1972 г. после четвертой аварии работы были прекращены. «Лунная гонка» завершилась поражением Советского Союза. Среди множества причин катастроф (от организационных до мистических) указывался и чрезмерный стартовый вес — 2820 т, значительно превышающий вес «Сатурна-5», который вывел американцев на Луну. Длина комплекса также была рекордной — 90 м. Впрочем, сварочные технологии здесь были ни при чем. Генеральный конструктор ракетно-космических комплексов НПО «Энергия» (бывшее КБ-1 С.П. Королева) Ю.П. Семенов пишет: «Борис Евгеньевич сделал большой вклад в создание ракеты Н-1 (для освоения Луны) по сварке огромных емкостей из алюминия. Очень много сделал и для кораблей «Союз» и «Прогресс». Наши личные творческие взаимоотношения, несмотря на распад СССР, продолжаются. Готовятся новые поколения аппаратов, где реализуются ракетно-космические технологии».

В 1976 г. началась разработка космического комплекса «Энергия — Буран». Для



Лунный ракетный комплекс Н1-ЛЗ на космодроме

изготовления конструкций орбитального корабля многоразового использования «Буран» из различных материалов, в том числе из различных алюминиевых сплавов (кабины из конических обечаек и днищ, силовые элементы из штамповок и поковок и др.) пригодились почти все способы сварки. Ракета-носитель «Энергия» состоит из 4 блоков первой ступени (диаметром 3,9 м и длиной 40 м каждый) и одного блока второй ступени диаметром 7,8 м и длиной около 60 м. Первая ступень разрабатывалась в КБЮ, вторая — в ОКБ-1 (В.П. Глушко), и, как отмечается в учебнике по технологии ракетостроения, «...наискладнішою задачею була розробка нової модифікації алюмінієвого сплаву, здатного витримувати колосальні навантаження, що виникають при польоті ракети, а також розробку паливних посудин небачених до цього габаритів». «Энергия» до сих пор является самым мощным в мире космическим транспортным средством (стартовая масса 2400 т). Вспоминает главный конструктор комплекса Б.И. Губанов:



Иранская ракета Shihab-3 на основе P-17 Scud ОКБ-1

«Утром 12 мая 1987 г. на стэнд-старт «Энергии» приехал Михаил Горбачев. Выйдя из автобуса и поздоровавшись с встречавшими, он сказал, обращаясь ко мне: «Политбюро не позволит пуск этой ракеты». Тем не менее, успешный пуск, состоявшийся 15 мая, подтвердил высокую надежность комплекса. Эпопея «Энергии» — «Бурана» завершилась 15 ноября 1988 г. вторым стартом и триумфальной посадкой орбитального корабля в автоматическом режиме. (Впрочем, в США подсчитали, что челноки запускать невыгодно и оставшийся после катастроф комплект отправили в музей, а американские астронавты добираются на МКС на королёвских Р-7 — «Союз»).

С конца XX века основные усилия были направлены на освоение мощнейших (свыше 100 кВт) острострофокусированных пучков электронов, совершенствование технологии ЭЛС толстостенового материала из высокопрочных сплавов (Л.М.Лобанов, А.А.Бондарев, А.В.Лозовская, В.А.Пивторак и др.). Вершиной развития ЭЛС в ИЭС им. Е.О.Патона (О.К.Назаренко и др.) можно считать универсальные установки типа КЛ-113 с контролем за процессом сварки и самодиагностикой, с огромными камерами, в которых размещаются узлы баков и другие крупные конструкции.

Следует отметить, что в разработке и освоении новых технологий совместно с ИЭС участвовали сварочные отделы и лаборатории многих КБ и ракетных предприятий, среди которых ведущие позиции в отрасли занимали НПО «Энергия» с заводом «Прогресс» (В.А.Казаков, В.Н.Крюковский, Г.Л.Зубриенко, Ф.З.Тененбаум и др.) и Днепропетровский комплекс (М.А.Ахметшин, Н.Г.Воронов, О.С.Кузьменок, В.В.Бородин, Б.П.Ржанов и др.). Коллективные наработки — высокие технологии и современное оборудование — использованы в ракетостроении Китая, Северной Кореи, Ирана, Индии. Так, только ИЭС внедрил в Украине и за рубежом более 600 комплектов мощных электронно-лучевых установок, в том числе продал за рубеж 16 установок КЛ-113.

С 1960-х годов БРК начинают использовать для научных целей, связи, телевидения, навигации, геологии, физических исследований и в других сферах деятельности. На базе 8К65 было изготовлено около тысячи РН серии «Космос». На основе 8К69 созданы двух- и трехступенчатые варианты РН «Циклон». Десятки МБР 15А18 (РС-20), которые по договору между Россией и США должны были быть уничтожены, успели переделать на предприятии «Дніпро». Следует подчеркнуть, что все эти РН признаны самыми надежными в мире.

● #1233

ХІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
ТЕХ**

ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И РЕМОНТА ПЛАСТИКА



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

КОМПЬЮТЕРНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
ЛАБОРАТОРНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТОДЫ, СЕРТИФИКАЦИЯ



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТЕХ**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВОСТ
ТЕХ**

КОМПОНОВАННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КОМПЕТЕНЦИИ

Генеральные
информационные партнеры:



Технический партнер:



ОРГАНИЗАТОР
Международный выставочный центр
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

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

20-23
НОЯБРЯ 2012 г.



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

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

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

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

+7 (495) 935 81 00

более 200 компаний из 15 стран мира!



промышленная выставка мирового уровня!

www.weldex.ru

подайте заявку на участие на сайте www.weldex.ru

Организатор:


MVK
В составе группы компаний ИТБ
Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: Medvedev@mvmk.ru

При поддержке:

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

Под патронатом:

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

Генеральный
информационный
партнер:


Журнал
«Сварочное производство»

При содействии:



Российское
научно-техническое
сварочное общество

European Welding Association



26-29

ИЮНЯ 2012

Нижний Новгород

**XI Международная
специализированная выставка
МАШИНОСТРОЕНИЕ
СТАНКИ
ИНСТРУМЕНТ**

MaDIn

**XVI Международная
специализированная выставка**

СВАРКА-2012

Всероссийское ЗАО "Нижегородская ярмарка"
603086, г. Нижний Новгород, ул. Совнаркомовская, 13
тел. (831) 277-54-96, 277-55-89 факс: 277-55-86
E-mail: kaa@yarmarka.ru, levin@yarmarka.ru
<http://www.yarmarka.ru>

Открыта подписка-2012 на журнал «Сварщик»

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

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
Днепропетровск	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
	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 «Ноу 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 «Дида»	(0542) 37-03-55
Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ – Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
Харьков	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкаскы	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. Бернадський 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. Потатьевский. 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 2012 г. цены на наши издания снижены на 20-30%.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

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
1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203
1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212
1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221
1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230
1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239

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

« _____ » _____ 2012 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____
 Должность _____
 Тел. (_____) _____
 Предприятие _____
 Виды деятельности предприятия _____
 Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____
 Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____
 Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____
 Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____
 Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2012 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

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

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

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

Прогрессивная система скидок

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

Тарифы на рекламу универсальные — одинаковые для журналов «Сварщик» и «Сварщик в России».
 При размещении рекламных-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется дополнительная скидка **5%**.

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

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

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

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

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

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

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



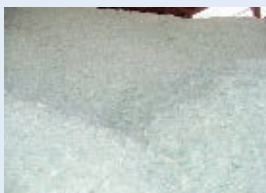
ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

Украинское предприятие

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

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

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



СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ

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

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

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

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ, силикатный модуль от 2,0 до 3,5.

Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

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

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

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

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

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

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

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



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

*Качество продукции
подтверждается
количеством партнеров.*

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

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

office@veldtec.ua
www.veldtec.ua



ЧАО «Спецсплав»

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

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