

THE LINDE GROUP

Linde



Сварочная смесь Corgon® — прогрессивная замена двуокиси углерода!

- Улучшение качества продукции.
- Высокие прочностные и динамические характеристики сварного соединения.
- Экономия сварочной проволоки до 30%.
- Увеличение скорости сварки.



ПАО «Линде Газ Украина»

Головной офис, г. Днепропетровск: ул. Кислородная, 1
Филиал в г. Киев: ул. Лебединская, 36
Филиал в г. Калуш: ул. Промышленная, 4

тел./факс: (0562) 35-12-28, (056) 790-03-33,
тел./факс: (044) 507-23-69
тел./факс: (034) 259-13-00

www.linde.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).

Нашим предприятием освоено промышленное производство специальных плавящихся продуктов-шлаков для использования в шихте при производстве керамических флюсов, порошковых проволок и других сварочных материалов.

Марка MS – марганцевый шлак, индекс основности по Бонишевскому менее 1,0.

Марка CS – шлак нейтрального типа с рафинирующими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 1,1.

Марка AR – шлак алюминатно-рутилового типа с хорошими сварочно-технологическими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 0,6.

Размер частиц: 0,05–0,63 мм (50–630 микрон)

Влажность: не более 0,025% при 200 °С.



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



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

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АП, АН-47,
АН-47ДП, АН-60, АН-60М, АН-20С, АН-20П,
АН-26С, АН-26П, АН-67, ОСЦ-45, ОСЦ-45М.
(ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99,
ГОСТ Р 52222-2004).

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ
(ГОСТ 13079-81)

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

СТЕКЛО НАТРИЕВОЕ ЖИДКОЕ
(ГОСТ 13078-81)

модуль 2,3–3,6 плотность от 1,35 до 1,52.
(ТУ У 20.1-00293255-004:2014)

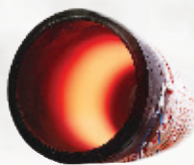
модуль 1,5–3,0 плотность от 1,40 до 1,62.
Возможно изготовление жидкого стекла с
модулем и плотностью, соответствующим
индивидуальным требованиям заказчика.
Применяется в литейном производстве,
в химической, машиностроительной
бумажной промышленности, в черной
металлургии, для производства сварочных
материалов и др.

**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-Профит», г. Москва. Отгрузка со складов Москвы, Курска.
Тел. (495) 646-2755, 988-3897 — Коваленко Людмила Викторовна,
Кащавцев Владимир Викторович, Кащавцев Юрий Викторович



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



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

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал 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





4(104) 2015

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

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

4—2015

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 4

Технологии и материалы

- Новые высокопроизводительные электроды марки ЭЖТ-1
для восстановления узлов и деталей подвижного состава
железнодорожного транспорта.
В.М. Кирьяков, В.Д. Позняков, А.В. Клапатык 6
- Сварка термостойких пластмасс. Терморезисторная сварка.
М.В. Юрженко, Н.Г. Кораб, В.Ю. Кондратенко, В.В. Анистратенко 10

Технологии и оборудование

- Электронно-лучевые технологии в сварочном производстве.
Г.И. Лашенко 13

Наши консультации 16

Технологии производству

- Обоснование экономической эффективности применения
различных способов сварки и сталей для ремонта кожуха
доменной печи № 4 ПАО «МК «Азовсталь». *А.Г. Синиок,
Ю.В. Демченко, В.Н. Проскудин, В.Г. Тюкалов, А.А. Москаленко* 18
- Сварочное производство ПАО «Турбоатом».
А.В. Вавилов, А.Г. Кантор 22
- Газовая защита корня шва. *О.В. Кузнецов* 25

Производственный опыт

- Нагрев изложниц перед разливкой стали. *В.М. Литвинов,
Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, В.В. Капустин* 29

Экономика сварочного производства

- Тенденции развития мирового и украинского рынков
сварочной техники. *О.К. Маковецкая, С.В. Пустовойт,
В.С. Петрук, Н.С. Бровченко* 32

Охрана труда

- Розслідування та облік професійних захворювань,
нещасних випадків і аварій. *О.Г. Левченко* 39

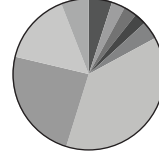
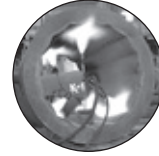
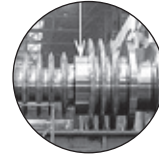
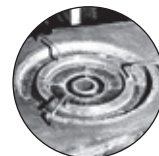
Подготовка кадров

- 19-й Международный конкурс молодых сварщиков в Чехии.
А.Н. Воробьев 43

Техническое обслуживание

- Безопасный удаленный доступ FeeL для технического обслуживания
источников питания Fronius TPS/i. 46

Все для сварки. Торговый ряд 49



Новини техніки й технологій	4
Технології й матеріали	
• Нові високопродуктивні електроди марки ЭЖТ-1 для відновлення вузлів і деталей рухомого складу залізничного транспорту. <i>В. М. Кир'яков, В. Д. Позняков, А. В. Клапатюк</i>	6
• Зварювання термостійких пластмас. Терморезисторне зварювання. <i>М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, В. В. Аністратенко</i>	10
Технології й устаткування	
• Електронно-променеві технології в зварювальному виробництві. <i>Г. І. Лашенко</i>	13
Наші консультації	16
Технології виробництва	
• Обґрунтування економічної ефективності застосування різних способів зварювання і сталей для ремонту кожуха доменної печі № 4 ПАО «МК «Азовсталь», <i>А. Г. Синеок, Ю. В. Демченко, В. Н. Проскудин, В. Г. Тюкалов, А. А. Москаленко</i>	18
• Зварювальне виробництво ПАО «Турбоатом». <i>А. В. Вавілов, А. Г. Кантор</i>	22
• Газовий захист кореня шва. <i>О. В. Кузнецов</i>	25
Виробничий досвід	
• Нагрів виливниці перед розливанням сталі. <i>В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко, С. А. Чумак, В. В. Капустін</i>	29
Економіка зварювального виробництва	
• Тенденції розвитку світового і українського ринків зварювальної техніки. <i>О. К. Маковецька, С. В. Пустовойт, В. С. Петрук, Н. С. Бровченко</i>	32
Охорона праці	
• Розслідування та облік професійних захворювань, нещасних випадків і аварій. <i>О. Г. Левченко</i>	39
Підготовка кадрів	
• 19-й Міжнародний конкурс молодих зварювальників в Чехії. <i>А. Н. Воробйов</i>	43
Технічна підтримка і обслуговування	
• Безпечний видалений доступ FeeL для технічного обслуговування джерел живлення Fronius TPS/i	46
Все для сварки. Торговий ряд	49
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Technologies and materials	
• New high productive electrodes of «ЭЖТ-1» (EGT-1) for the recovery of parts and components of rolling stock of railway transport. <i>V. M. Kiryakov, V. D. Poznyakov, A. V. Klapatnyuk</i>	6
• Welding of heat-resistant plastics. The thermoelectrofusion welding. <i>M. V. Yurzenko, N. G. Korab, V. Yu. Kondratenko, V. V. Anistratenko</i>	10
Technologies and equipment	
• Electron-beam technologies in welding manufacture. <i>G. I. Lashenko</i>	13
Our consultations	16
Technologies for production	
• A justification of economic efficiency of application of various methods of welding and steels for repairing of the casing of a blast furnace N. 4 at PJSC «MK «Azovstal». <i>A. G. Sineok, Yu. V. Demchenko, V. N. Proskudin, V. G. Tyukalov, A. A. Moskalenko</i>	18
• The welding production of PJSC «Turboatom». <i>A. V. Vavilov, A. G. Kantor</i>	22
• The gas protection of the weld root. <i>O. V. Kuznetsov</i>	25
Production experience	
• The heating of molds before casting steel. <i>V. M. Litvinov, Yu. N. Lisenko, S. A. Chumak, V. V. Kapustin</i>	29
Economic of welding production	
• Development tendencies of world and Ukrainian markets of welding technique. <i>O. K. Makovetskaya, S. V. Pustovoyt, V. S. Petruk, N. S. Brovchenko</i>	32
Labour protection	
• Investigation and registration of occupational diseases, accidents and casualties. <i>O. G. Levchenko</i>	39
Training of personnel	
• The 19-th international competition of young welders in the Czech Republic. <i>A. N. Vorobiev</i>	43
Technical service	
• The safe remote access FeeL for technical service of the power sources Fronius TPS/i	46
All for welding. Trading row	49

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Информационная поддержка:

Общество сварщиков Украины
Журнал «Автоматическая сварка»
Национальный технический
университет Украины «КПИ»

Журнал издается
при содействии UNIDO,
НТК «ИЭС им. Е. О. Патона»
НАНУ



Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко,
А. В. Вавилов, Ю. В. Демченко,
В. М. Илюшенко, Г. И. Лашенко,
О. Г. Левченко, В. М. Литвинов,
Л. М. Лобанов, А. А. Мазур,
П. П. Проценко, С. В. Пустовойт,
И. А. Рябцев

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

Редактор, маркетинг О. А. Трофимец

Верстка В. П. Семенов

Адрес редакции 03150, Киев, ул. Горького, 62Б,
а/я 52

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8018, 200 8014

E-mail welder.kiev@gmail.com
trofimits.welder@gmail.com

URL http://www.welder.kiev.ua/
http://www.welder.stc-paton.com/

Представительство в Беларуси Минск, УП «Белгазпромдиагностика»
А. Г. Стешиц
+375 17 210 2448, ф. 205 0868

Представительство в России Москва, ООО «Центр трансфера технологий» ИЭС им. Е. О. Патона
В. В. Сипко
+7 903 795 18 49
e-mail: ctt94@mail.ru

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

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

Представительство в Болгарии София, Стоян Томанов
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)
e-mail: evertood@mail.bg
ООД «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 07.08.2015. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 00096 от 07.08.2015. Тираж 900 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2014.
Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2015

Новые высокопроизводительные электроды марки ЭЖТ-1 для восстановления узлов и деталей подвижного состава железнодорожного транспорта

В. М. Кирьяков, В. Д. Позняков, А. В. Клапатюк

Представлены результаты разработки и создания наплавочных электродов марки ЭЖТ-1 для восстановления сваркой изношенных поверхностей подвижного состава железнодорожного транспорта. Изучено влияние режимов прокалики и хранения электродов на пористость и уровень износостойкости наплавленного металла. Установлено, что наплавленный электродами ЭЖТ-1 металл отличается высоким уровнем механических свойств и в 1,2 раза превосходит по трибологическим свойствам металл, наплавленный электродами АНП-13.

Сварка термостойких пластмасс. Терморезисторная сварка

М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, В. В. Анистратенко

Изучены технологические особенности терморезисторной сварки термостойких, термопластичных полимеров-полиариленов: полиэфиримиды (PEI) и полиэфирэфиркетона (PEEK), перспективных при использовании их в авиационной промышленности. Установлено, что метод терморезисторной сварки внахлест для этих полимеров может быть применен в промышленных условиях при соединении деталей сложных форм, выполненных из термостойких пластмасс.

Электронно-лучевые технологии в сварочном производстве

Г. И. Лащенко

Рассмотрены особенности электронно-лучевой обработки материалов в вакууме, при которой используют тепловую энергию, выделяющуюся при столкновении электронного потока с твердым телом. Установлено, что воздействие вакуумной защиты на процесс металлообработки дает возможность освободиться от поверхностных загрязнений, газов и жидких пленок.

Обоснование экономической эффективности применения различных способов сварки и сталей для ремонта кожуха доменной печи № 4 ПАО «МК «Азовсталь»

А. Г. Синеев, Ю. В. Демченко, В. Н. Проскудин, В. Г. Тюкалов, А. А. Москаленко

Приведено обоснование экономической эффективности применения разных сварочных технологий и сталей при ремонте второго разряда кожуха доменной печи № 4 ПАО «МК «Азовсталь». Приведен расчет технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла для РДС, полуавтоматической сварки и ЭШС. Сравнивается экономическая эффективность этих способов сварки путем сопоставления их себестоимости. Отмечено, что применение ЭШС наиболее целесообразно по технико-экономическим показателям.

Нагрев изложниц перед разливкой стали

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин

Рассмотрены технологические особенности процесса нагрева изложниц. Представлены схемы применения и технические характеристики газоподводящей горелки ГВ-ВК7-Г2, разработанной для стенов нагрева изложниц. Приведены данные для расчета эффективности нагрева изложницы на стендах СНИ-2 и СНИ-5.

Тенденции развития мирового и украинского рынков сварочной техники

О. К. Маковецкая, С. В. Пустовойт, В. С. Петрук, Н. С. Бровченко

Представлена систематизированная экономико-статистическая информация о состоянии и развитии мирового и национального рынков сварочного производства. Приведены количественные и стоимостные показатели объемов производства, экспорта и импорта сварочного оборудования и материалов в Украине. Сделан прогноз об увеличении объемов мирового сварочного производства и спроса на сварочные материалы в будущем.

Нові високопродуктивні електроди марки ЭЖТ-1 для відновлення вузлів і деталей рухомого складу залізничного транспорту

В. М. Кир'яков, В. Д. Позняков, А. В. Клапатюк

Представлені результати розробки і створення наплавлювальних електродів марки ЭЖТ-1 для відновлення зварюванням зношених поверхонь рухомого складу залізничного транспорту. Вивчений вплив режимів прожарення і зберігання електродів на пористість і рівень зносостійкості наплавленого металу. Встановлено, що наплавлений електродами ЭЖТ-1 метал відрізняється високим рівнем механічних властивостей і в 1,2 рази перевершує за трибологічними властивостями метал, наплавлений електродами АНП-13.

Зварювання термостійких пластмас. Терморезисторне зварювання

М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, В. В. Аністратенко

Вивчені технологічні особливості терморезисторного зварювання термостійких, термопластичних полімерів-поліариленив: поліефіриміда (PEI) і поліефірефіркетону (PEEK), перспективних при використанні їх в авіабудуванні. Встановлено, що метод терморезисторного зварювання внахлест для цих полімерів може бути застосований в промислових умовах при з'єднанні деталей складних форм, виконаних з термостійких пластмас.

Електронно-променеві технології в зварювальному виробництві

Г. І. Лащенко

Розглянуті особливості електронно-променевої обробки матеріалів у вакуумі, при якій використовують теплову енергію, що виділяється при зіткненні електронного потоку з твердим тілом. Встановлено, що дія вакуумного захисту на процес металообробки дає можливість звільнитися від поверхневих забруднень, газів і рідких плівок.

Обґрунтування економічної ефективності застосування різних способів зварювання і сталей для ремонту кожуха доменной печи № 4 ПАТ «МК «Азовсталь»

А. Г. Синеев, Ю. В. Демченко, В. Н. Проскудин, В. Г. Тюкалов, А. А. Москаленко

Приведено обґрунтування економічної ефективності застосування різних зварювальних технологій і сталей при ремонті другого розряду кожуха доменной печи № 4 ПАТ «МК «Азовсталь». Приведений розрахунок технологічної собівартості 1 кг наплавленного металу для РДС, напівавтоматичного зварювання і ЕШС. Порівнюється економічна ефективність цих способів зварювання шляхом зіставлення їх собівартості. Відмічено, що застосування ЕШС найдоцільніше за техніко-економічними показниками.

Нагрів виливниць перед розливанням сталі

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин

Розглянуті технологічні особливості процесу нагріву виливниць. Представлені схеми застосування і технічні характеристики газоповітряного пальника ГВ-ВК7-Г2, розробленого для стенов нагріву виливниць. Приведені дані для розрахунку ефективності нагріву виливниць на стендах СНИ-2 і СНИ-5.

Тенденції розвитку світового і українського ринків зварювальної техніки

О. К. Маковецька, С. В. Пустовойт, В. С. Петрук, Н. С. Бровченко

Представлена систематизована економіко-статистична інформація про стан і розвиток світового і національного ринків зварювального виробництва. Приведені кількісні і вартісні показники обсягів виробництва, експорту і імпорту зварювального устаткування і матеріалів в Україні. Зроблений прогноз про збільшення обсягів світового зварювального виробництва і попиту на зварювальні матеріали в майбутньому.

Роботы FANUC серии Arc Mate – для дуговой сварки

Японские роботы FANUC серии Arc Mate созданы на основе обширного опыта, накопленного в сфере роботостроения и сварочных работ, и предназначены для выполнения дуговой сварки. Грузоподъемность до 20 кг и радиус рабочей зоны до 2000 мм позволяет этому роботу выполнять широкий спектр операций дуговой сварки, лазерной сварки, пайки мягким припоем и резки. Различные модели робота способны удовлетворять широкий спектр требований и комплектуются большим набором инструментов для повышения собственной эксплуатационной гибкости и эффективности производственных процессов.

Роботы FANUC отличаются компактностью, сверхбыстрыми двигателями и очень высоким ускорением. Были разработаны для тех отраслей промышленности, где дуговая сварка является основным процессом. Робот любой серии поможет улучшить качество сварных швов, снизить себестоимость производства, а также повысить безопасность рабочей зоны.

Специальное программное обеспечение Arc Tool обеспечивает простое программирование и связь с источником питания. Новые функции управления технологическим процессом экономят время при обучении и увеличивают время безотказной работы при сварке.

Благодаря FANUC Torch Mate и функции автоматической компенсации изменений в работе сварочной горелки и в положении конца проволоки, можно экономить производственное время за счет уменьшения необходимости ремонта сварочной горелки и повторной настройки траектории движения.

Полное запястье Arc Mate обеспечивает полную свободу движения, поскольку кабели подачи газа и электропитания проложены внутри руки робота.

FANUC предлагает систему сервопозиционирования с одной или двумя осями и грузоподъемностью до 1500 кг, позволяющую координи-



ровать дуговую сварку в сложных условиях.

Для роботов FANUC Arc Mate предусмотрены два варианта монтажа — на потолке и под углом, что облегчает доступ и увеличивает рабочую зону робота.

Монтаж механизма подачи проволоки на плече Arc Mate позволяет сократить длину монтажного жгута и обеспечить надежную фиксацию механизма.

● #1503

www.fanuc.eu

Система WS-1 для контроля предсварного состояния сварных швов

Система WS-1 — создана компанией Standard Register Company (S-R) и является детищем команды физиков, инженеров и техников, специализирующихся в электронике, программном обеспечении, робототехнике, сварке, оптике и промышленных технологиях управления.

Система WS-1 используется для контроля и записи предсварочного состояния сварных швов.

Камера высокого разрешения системы WS-1 записывает изображение шва, после чего возможно измерение, увеличение и внесение комментариев в программном обеспечении в режиме реального времени.

Лазерное сканирование системы позволяет получить 3D модель, которая автоматически сравнивается со встроенными шаблонами. Ее признают годной или не годной — также в режиме реального времени.

WS-1 открывает диагностику новых возможностей — отказ от использования шаблонов сварщика, линейки, фотоаппарата и записных блокнотов!

Характеристики WS-1:

- весь контроль в автоматическом режиме;
- сравнение допусков с шаблонами в режиме реального времени;
- возможность записи с аудио и письменными комментариями;
- возможность рассмотрения мельчайших дефектов путем увеличения;



- 16 Гб встроенная память;
- диодная подсветка для работы в затемненных условиях;
- возможность передачи данных по Wi-Fi;
- малые габариты: 320×90×80 мм;
- вес: 1 кг;
- работа на аккумуляторе: 4 ч;
- рабочая температура: 0–40 °C;
- связь по USB и Wi-Fi.

● #1504

www.weldingsite.com.ua

Автоматическая сварка труб OrbimAG от EWM

OrbiMAG применяется при сварке неповоротных труб из углеродистой стали диаметром более 100 мм и толщиной стенки более 5 мм в строительстве и при ремонте сварных трубопроводов.

OrbiMAG нашла свое применение в: автоматическая многопроходная сварка методом MAG с колебательными движениями электрода; сварка корневого шва массивной проволокой по немецкой технологии EWM — pipe Solution® с зазором без подкладок и без зазора, порошковой или массивной проволокой.

Сварка шва выполняется по индивидуальной программе, состоящей из 7 сегментов с оптимальными сварочными параметрами для всех положений дуги.

Отличие от других орбитальных систем — простота эксплуатации OrbiMAG. Установка тележки на трубе и подготовка к сварке при помощи быстроразъемных соединителей занимает всего несколько минут.

В OrbiMAG по-настоящему реализован принцип Plug & Weld, т.е. оборудование поставляется уже готовое к применению с запрограммированными сварочными заданиями и подробной методикой. Число внешних регулировок сведено до минимума. Чтобы приступить к процессу сварки, достаточно установить несколько значений из технологической карты таких, как номер задания, скорость и направление перемещения, амплитуда колебаний и т.п.

Качество шва достигается за счет применения инновационных технологий в об-

ласти сварки немецкой компании EWM (Кельн) в сочетании с точной автоматизированной подачей сварочного инструмента. Автоматический процесс обеспечивает надежность соединения и стабильность результатов.

По сравнению с ручной сваркой электродом затраты времени на сварку снижаются в 2 раза и более. Средний расход присадочного материала может стабильно поддерживаться на уровне 3 кг/ч. Для труб большого диаметра производительность может быть увеличена за счет одновременного использования на поясе нескольких тележек.

Применение водоохлаждаемой горелки позволяет выполнять сварку в смесях с высоким содержанием аргона, что позволяет получить более высокие механические свойства наплавленного металла по сравнению с CO₂, а также предоставляет широкий выбор сварочных материалов.

Использование больших катушек проволоки до 300 мм обеспечивает минимальное количество отходов присадочного материала.

Небольшие габариты и вес орбитальной тележки делают возможным применение в местах с малым свободным пространством вокруг сварочного шва, например, траншеях.

Переход на другой диаметр трубы не требует больших усилий. Достаточно установить соответствующий пояс и изменить несколько настроек.

С помощью программного обеспечения Q-DOC 9000 выполняется протоколирование заданных и фактических значений: сварочный ток, сварочное напряжение, скорость подачи проволоки, ток якоря двигателя подающего механизма. Система контроля сварочных процессов WeldQAS предоставляет возможность контролировать и управлять процессом сварки по сети.

● #1505

www.weldingsite.com.ua



Новый инвертор Атом I-180D

Запорожская компания «Атом-Сварка» представила на рынке сварочного оборудования новый инвертор Атом I-180D. Это новая модель мощного компактного инвертора с удобным цифровым управлением.

Продолжительность работы Атом I-180D существенно возросла благодаря усовершенствованной схематехнике. Инвертор под постоянной нагрузкой не перегревается вообще (термостабильный) при

температуре окружающей среды до 30 °C (при соблюдении надлежащей чистоты радиаторов инвертора).

Атом I-180D — отличный выбор для профессионального и промышленного применения. Он легкий, удобный, компактный, мощный и выносливый.

Продукция «Атом-Сварка» сертифицирована в Украине.

● #1506

www.atomweld.com



Новые высокопроизводительные электроды марки ЭЖТ-1 для восстановления узлов и деталей подвижного состава железнодорожного транспорта

В. М. Кирьяков, канд. техн. наук, **В. Д. Позняков**, д-р техн. наук, **А. В. Клапатюк**, вед. инж.,
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ

Представлены результаты разработки и создания наплавочных электродов средней твердости марки ЭЖТ-1 для восстановления сваркой изношенных поверхностей узлов и деталей подвижного состава железнодорожного транспорта. Изучено влияние режимов проковки и хранения электродов на пористость и количество диффузионного водорода в наплавленном металле. Изучен уровень износостойкости и микроструктура наплавленного металла. Установлено, что наплавленный электродами ЭЖТ-1 металл отличается высоким уровнем механических свойств и в 1,2 раза превосходит по трибологическим свойствам металл, наплавленный электродами АНП-13. Повышению технологической прочности наплавленного металла способствует правильно выбранная легирующая основа электродов, обеспечивающая мелкозернистую бейнитно-ферритную микроструктуру и вязкий характер излома образцов.

Железнодорожный транспорт относится к наиболее динамично развивающимся отраслям народного хозяйства. В то же время, постоянно увеличивающиеся нагрузки на подвижной грузовой состав, интенсивность и скорость перевозок приводят к активному износу узлов грузовых вагонов. Большинство изношенных в процессе эксплуатации поверхностей восстанавливаются посредством наплавки, в том числе ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

С целью повышения производительности процесса восстановительной наплавки, которая выполняется с использованием ручной дуговой сварки, и улучшения качества по-

лучаемых при этом соединений, в середине 90-х годов прошлого столетия в Институте электросварки им. Е. О. Патона были разработаны высокопроизводительные электроды с особо толстым покрытием марки АНП-13 [1]. С 1996 г. началось их широкое применение в железнодорожной отрасли, а к 2010 г. объем их потребления возрос от 60 до 600 т в год.

Основным достоинством электродов АНП-13 является то, что они обеспечивают высокую производительность наплавки ($\alpha = 12,5 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$), твердость наплавленного металла НВ 230–270 на уровне требований, предъявляемых к изделиям из литых сталей типа 20ГЛ: качественное формирование валиков с гладкой мелкочешуйчатой поверхностью, легкое отделение шлака с поверхности наплавленного металла, плавное сопряжение отдельных валиков между собой и наплавленного металла с восстанавливаемой деталью (рис. 1). Все это позволило во многих случаях исключить из технологического процесса восстановления сваркой трущихся поверхностей узлов грузовых железнодорожных вагонов операции по механической обработке наплавленных деталей.

Однако, как показал многолетний опыт изготовления и применения электродов марки АНП-13 в производственных условиях, они имеют не только преимущества, но и недостатки, связанные с повышенной гигроскопичностью электродного покрытия. В силу этих обстоятельств они оказались чувствительными к сезонным изменениям влажности воздуха. С ее повышением увеличивалась влажность покрытия электродов, что приводило к ухудшению сварочно-технологических характеристик материала: пористости, увеличе-



Рис. 1. Поверхность подпятника восьмиосной 120 т цистерны, наплавленной электродами АНП-13

нию содержания диффузионного водорода в наплавленном металле и, как следствие, к снижению сопротивляемости соединений образованию холодных трещин. Появилась необходимость в создании новых высокопроизводительных электродов, которые бы обладали высокими сварочно-технологическими, трибологическими и служебными свойствами, но которые бы не имели недостатков присущих электродам марки АНП-13. Такие электроды были созданы в Институте электросварки им. Е. О. Патона в 2009 г. и в дальнейшем получили марку ЭЖТ-1 [2].

Электроды ЭЖТ-1, как и электроды марки АНП-13, изготавливаются с применением стержней из проволоки марки Св-08А диаметром 3, 4, и 5 мм, а введение в них легирующих элементов осуществляется через покрытие. Химический состав, наплавленного электродами АНП-13 и ЭЖТ-1 металла, приведен в *табл. 1*.

Шлаковая основа электродов ЭЖТ-1 относится к рутил-основной системе типа $\text{CaF}_2\text{-TiO}_2\text{-CaCO}_3$. Соотношение шлакообразующих элементов, входящих в состав покрытия электродов, обеспечивает им высокие сварочно-технологические характеристики. Введение в шлак аморфного кварца (маршалита) позволило существенно уменьшить гигроскопичность покрытия электродов, снизить содержание диффузионного водорода в наплавленном металле и за счет этого повысить стойкость сварных швов против образования пор, что подтверждается результатами исследований.

Гигроскопичность покрытия электродов марки ЭЖТ-1 и АНП-13 оценивали косвенным путем, анализируя зависимость изменения содержания диффузионного водорода в металле, наплавленном электродами непосредственно после прокалки, а также после их выдержки на воздухе в течение 3-х и 6-ти суток. Прокалку электродов производили при температурах 350 и 380 °С. Длительность прокалки составляла 1 час. После прокалки электроды охлаждались вместе с печью до температуры 70 °С, а затем передавались в цех для исследований, где они хранились при температуре и влажности воздуха соответственно плюс 21 °С и 70%. Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле определили методом «карандашных проб», используя в каче-

стве запирающей жидкости смеси дистиллированной воды (4 части) и глицерина (1 часть) [3]. Результаты исследований приведены в *табл. 2*.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что в состоянии после прокалки содержания диффузионного водорода в металле, наплавленном электродами ЭЖТ-1 и АНП-13, достаточно близкие. Существенно на насыщенность металла водородом влияет температура прокалки. Увеличение температуры прокалки электродов от 350 до 380 °С позволяет снизить содержания диффузионного водорода в металле, наплавленном электродами ЭЖТ-1 от 4,6 до 2,3 см³/100 г, а электродами АНП-13 от 5,5 до 2,4 см³/100 г. В процессе хранения электродов после прокалки на воздухе (вне печи) влажность покрытия увеличивается и соответственно содержание водорода в наплавленном металле растет. Более существенный рост содержания водорода при этом наблюдается в металле, наплавленном электродами марки АНП-13. Выдержка этих электродов после прокалки при температуре 380 °С на воздухе в течение 3-х суток привела к повышению содержания диффузионного водорода в наплавленном металле от 2,4 до 3,1 см³/100 г, а в течение 6-ти суток — до 4,3 см³/100 г, т.е на 29 % и на 80 % соответственно. При этих же условиях прокалки и хранения электродов марки ЭЖТ-1 содержание диффузионного водорода в наплавленном ими металле повысилось на 17 % и 41 %, от 2,3 до 2,7 и 3,2 см³/100 г.

Как показали дальнейшие исследования, по сварочно-технологическим характеристикам электроды ЭЖТ-1 не уступают АНП-13. Наплавленный ими металл имеет гладкую мелкошершуватую поверхность без остатков прилипшего шлака, а сама шлаковая корка с поверхности наплавки

Таблица 1. Химический состав металла, наплавленного электродами АНП-13 и ЭЖТ-1

Мар-ка	Химический состав наплавленного металла							
	С	Si	Mn	Cr	Ti	V	S	P
	не более	в пределах			не более			
ЭЖТ-1	0,15	0,50–0,90	1,10–1,50	0,50–0,80	0,08	0,10	0,030	0,040
АНП-13	0,15	0,50–0,90	1,80–2,50	0,40–0,60	—	0,10	0,030	0,030

Таблица 2. Содержание диффузионного водорода в металле, наплавленном электродами ЭЖТ-1 и АНП-13

№ п/п	Марка электродов	Температура прокалки, °С	Выдержка после прокалки, сут.	Количество [H], см ³ /100 г
1	ЭЖТ-1	350	0	4,6
2	ЭЖТ-1	380	0	2,3
3	ЭЖТ-1	350	3	4,6
4	ЭЖТ-1	380	3	2,7
5	ЭЖТ-1	350	6	5,0
6	ЭЖТ-1	380	6	3,2
7	АНП-13	350	0	5,5
8	АНП-13	380	0	2,4
9	АНП-13	380	3	3,1

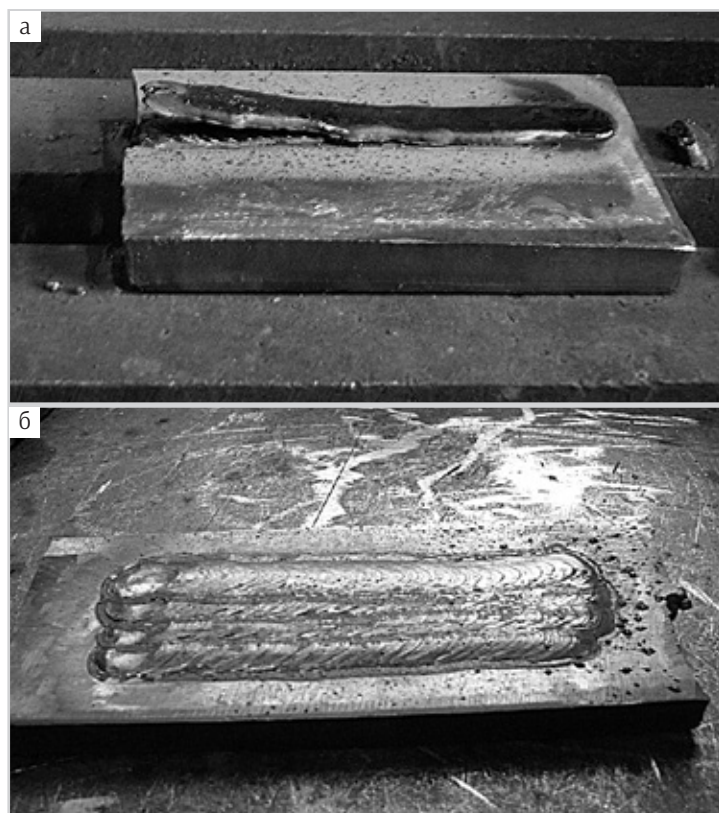


Рис. 2. Общий вид сварного шва выполненного электродами ЭЖТ-1: а – отделимость шлаковой корки; б – наплавленная поверхность

Таблица 3

№ п/п	Сварочный материал	Механические свойства наплавленного металла						Твердость, НВ
		σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	a_n , Дж/см ²		
						+20 °С	-40 °С	
1	АНП-13	510	680	10–17	48	85–95	46–52	23–27
2	ЭЖТ-1	640	820	18–20	58	98–102	50–56	27–30

Рис. 3. Микроструктура металла, наплавленного электродами ЭЖТ-1 (третий валик трехслойной наплавки)

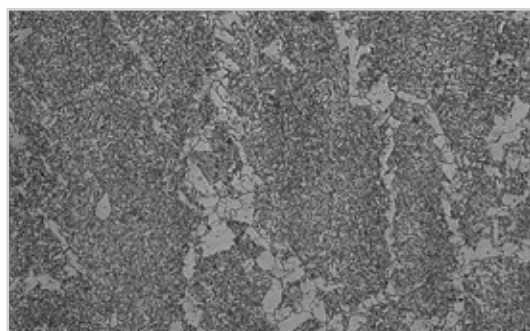
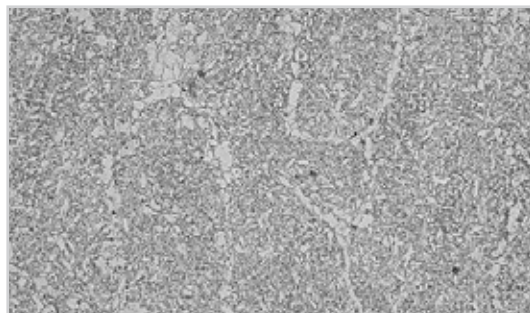


Рис. 4. Микроструктура металла, наплавленного электродами марки ЭЖТ-1 (первый валик трехслойной наплавки)



отделяется самопроизвольно (рис. 2, а). Сопряжение валиков в наплавке между собой и с основным металлом характеризуется плавными переходами (рис. 2, б).

Наплавка поверхности пластины из стали 17Г1С выполнялась на следующих режимах: $I_{св} = 200–220$ А, $U_d = 28–32$ В.

В процессе разработки новых электродов были выполнены исследования механических свойств наплавленного ими металла. Для определения механических характеристик наплавленного электродами металла выполнялась сварка стыкового соединения из пластин стали 3 размером $350 \times 60 \times 16$ мм с углом раскрытия кромок 30° . Чтобы исключить влияние основного металла на металл сварного шва выполняли предварительную плакировку кромок разделки. Сборку стыкового соединения из плакированных деталей производили на подкладной пластине стали марки 3 толщиной 4 мм с зазором между кромками в корневой части от 12 до 15 мм. Сварку выполняли электродами диаметром 4 мм на режимах: $I_{св} = 200–220$ А, $U_d = 28–32$ В. Из наплавленного металла изготавливались образцы МИ-12 (II) и МИ-47 для механических испытаний, а также шлифы для металлографических исследований.

Механические свойства наплавленного металла представлены в табл. 3.

Анализ полученных данных показывает, что электроды ЭЖТ-1 обеспечивают более высокие показатели наплавленного металла чем АНП-13, в том числе: прочность на 17–20%, ударную вязкость на 7–13% и твердость на 7–10%. Таким образом, результаты исследования механических свойств наплавленного металла подтверждают его высокие технологические характеристики.

Металлографические исследования микроструктуры металла, наплавленного электродами ЭЖТ-1, производились с применением прибора Неофот-2. Исследовался металл наплавленный на сталь типа 17Г1С электродами диаметром 4 мм постоянным током обратной полярности на режимах: $I_{св} = 200–220$ А, $U_d = 28–32$ В. Результаты исследований микроструктуры приведены на рис. 3 и 4.

Как показали исследования, микроструктура наплавленного металла мелкозернистая и состоит в основном из бейнита глобулярной и частично пластинчатой

морфологии, а также разориентированного игольчатого феррита, что обеспечивает наплавленному металлу высокие вязкость и износостойкость.

Для определения технологической прочности наплавленного металла были выполнены исследования изломов образцов, наплавленных электродами ЭЖТ-1. Испытаниям на излом подвергались образцы, наплавленные в медную водоохлаждаемую изложницу, а также сварные многослойные швы, наплавленные на пластины из металла Ст 3 толщиной 20 мм. После испытаний образцов визуально исследовался характер разрушений — *рис. 5 и 6*.

Как видно из *рис. 5 и 6*, металл, наплавленный электродами марки ЭЖТ-1, отличается вязкостью излома, матовой поверхностью без вкраплений кристалла, что подтверждает высокую технологическую прочность и износостойкость наплавленного металла.

Уровень износостойкости наплавленного металла исследовали во ВНИИЖТ (Москва) при сухом трении скольжения на машине Шпиндлера. Исследуемый металл подвергался абразивному воздействию диска с фиксированной твердостью, при нагрузке 14 кгс, вращающегося с окружной скоростью 0,14 м/с и продолжительностью 50 оборотов [4]. Показателем износостойкости считался объем лунки при истирании наплавленного металла. Результаты исследований приведены в *табл. 4*.

Как видно из *табл. 4* износостойкость металла, наплавленного электродами ЭЖТ-1, в 3 раза выше, чем показатели основного металла и в 1,2 раза превышает параметры металла, наплавленного электродами АНП-13. Таким образом видно, что наплавленный электродами ЭЖТ-1 металл обладает более высокими трибологическими свойствами.

Производство электродов ЭЖТ-1 освоено на Орловском электродном заводе. В октябре-ноябре 2010 г. была изготовлена промышленная партия объемом свыше 60 т. В настоящее время электроды марки ЭЖТ-1 нашли широкое применение при восстановлении наплавкой узлов и деталей железнодорожного транспорта.

Таким образом, электроды марки ЭЖТ-1 полностью заменили широко применяемые до настоящего времени электроды АНП-13. Электроды ЭЖТ-1 по многим параметрам,

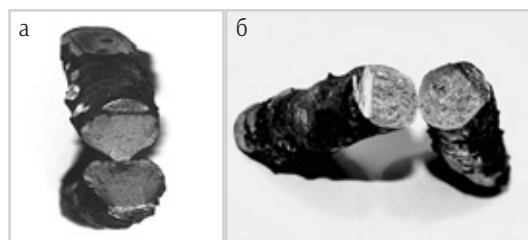


Рис. 5. Внешний вид излома разрушенных образцов, наплавленных в медную изложницу: а – электроды ЭЖТ-1; б – электроды АНП-13

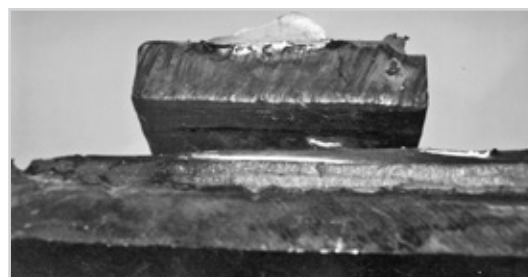


Рис. 6. Внешний вид излома сварного шва, наплавленного электродами ЭЖТ-1 на пластину из стали 3

Таблица 4

№ п/п	Материал	Объем лунки износа, мм ³	Относительная износостойкость
1	20ГЛ	57,26	1
2	АНП-13	23,40	2,45
3	ЭЖТ-1	19,72	2,90

таким как гигроскопичность покрытия, отделимость шлаковой корки, износостойкость наплавленного металла, превышают соответствующие показатели электродов АНП-13.

Замена шихтовых компонентов в покрытии электродов ЭЖТ-1 привела к улучшению сварочно-технологических свойств и обеспечила снижение гигроскопичности электродного покрытия.

Комплексное легирование наплавленного металла посредством шихтовых компонентов электродного покрытия позволило обеспечить высокие технологические показатели восстановленных сваркой изношенных поверхностей узлов и деталей подвижного состава железнодорожного транспорта.

Список литературы

1. Пат. 2104140 РФ Электрод для ручной дуговой наплавки слоя стали средней твердости / Н. В. Павлов, В. Н. Лозинский, В. М. Кирьяков, А. В. Клапатюк. — Оpubл. 30.07.1996 г.
2. Пат. 2394671 РФ Электрод для ручной дуговой наплавки слоя стали / Н. В. Павлов, В. М. Кирьяков, А. В. Клапатюк. — Оpubл. 23.07.2009 г.
3. Макаров Э. В. Холодные трещины. — М.: Машиностроение, 1981. — 271 с.
4. Павлов Н. В., Струнец В. К., Абраменко Д. Н. и др. Трибологические свойства пар трения деталей железнодорожного подвижного состава, восстановленных износостойкой наплавкой // Сб. докл. Межрегионал. семинара «Современное оборудование, технологии и материалы для сварочного производства». — Томск, 2004. — С. 67–74

Сварка термостойких пластмасс. Терморезисторная сварка*

М. В. Юрженко, канд. физ.-мат. наук, **Н. Г. Кораб**, канд. тех. наук,
В. Ю. Кондратенко, В. В. Анистратенко, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ

До настоящего времени в Украине не проводились научно-технические работы по исследованию сварки термостойких термопластичных полимеров, таких как полиарилены. Данная работа посвящена изучению технологических особенностей терморезисторной сварки термостойких полимерных материалов на основе двух представителей класса полиариленов: полиэфиримида (PEI) и полиэфирэфиркетона (PEEK), одних из наиболее перспективных и прогрессивных в использовании термопластов в современном авиастроении.

Сфера применения полимеров в качестве конструкционных материалов постоянно расширяется, они постепенно вытесняют традиционные металлы в строительстве, машиностроении и других отраслях промышленности. Время от времени появляются новые полимерные материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, соответствующие требованиям потребителей. Для повышения термостойкости полимерных материалов специально была разработана большая группа карбоциклических полимеров, так называемых полиариленов, термически устойчивых при температурах до 500 °С [1]. Термостойкие полимеры используются как самостоятельно, так и в качестве матриц для различных полимерных композитных материалов, стремительно вытесняя во многих областях традиционные композиты на основе реактопластов [2]. В частности, расширяется использование полимерных композитных материалов в аэрокосмической промышленности, что позволяет существенно уменьшить массу и стоимость летательных аппаратов [3].

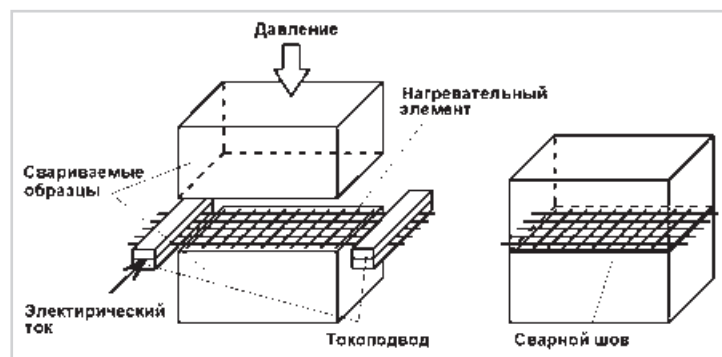


Рис. 1. Схема формирования сварного соединения при терморезисторной сварке с металлической сеткой в качестве закладных нагревательных элементов (ЗНЭ)

Одними из наиболее перспективных и часто используемых в высокотехнологических отраслях промышленности являются термостойкие полиарилены, которые относятся к классу термопластов, детали из которых и композитов на их основе могут соединяться путем сварки. Для изделий, соединяемых по сложным поверхностям достаточно большой площади, наиболее технологичным является способ сварки закладным элементом или иными словами терморезисторной сварки. Для этого способа сварки первостепенное значение имеет конструкция и параметры закладного нагревательного элемента (ЗНЭ). В зарубежных работах отмечается, что в качестве нагревательного элемента может использоваться любой электропроводящий материал, но наибольшие преимущества имеет сетка из нержавеющей стали [4, 5].

Терморезисторную сварку полиариленов проводили на экспериментальной установке по схеме, представленной на рис. 1. Сваривали листовые полимерные материалы компании Zedex марок ZX-410 (на основе PEI) и ZX-324 (на основе PEEK). Производили сварку внахлест листовых образцов размером 25 на 100 мм и толщиной от 3 до 8 мм. Для этого образцы прижимали друг к другу с рабочим давлением ~5 МПа, при этом между свариваемыми образцами размещали закладной электрический нагревательный элемент, для питания которого использовали источник переменного тока сетевой частоты 50 Гц с регулируемыми диапазонами напряжения 1–50 В и силы тока 5–45 А. После завершения сварки и остывания ЗНЭ оставался внутри сварного соединения. Размеры ЗНЭ составляли, как правило, 25 на 60 мм, при этом рабочая поверхность, контактирующая с образцами, была размером 25 на 25 мм.

Для терморезисторной сварки в качестве ЗНЭ использовали тканые сетки из

* Часть 1

нержавеющей стали, изготавливаемые по ГОСТ 3826 [6]. По своим характеристикам нержавеющая сталь обладает достаточно высоким удельным сопротивлением (порядка $0,7-0,8 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$), что обеспечивает эффективное тепловыделение при прохождении электрического тока.

Проволочные тканые сетки полотняного переплетения с квадратными ячейками, согласно ГОСТ 3286, изготавливаются различных типоразмеров с градациями по диаметру проволоки и размером стороны единичной ячейки. Для определения оптимальных параметров ЗНЭ использовали 4 типоразмера сеток (рис. 2).

Все сетки изготовлены из высоколегированной стали 12Х18Н10Т. Наряду с геометрическими размерами, важными параметрами сеток являются удельное сопротивление и относительная площадь, занимаемая металлом в плоскости сетки. Основные параметры сеток приведены в табл. 1.

Общепринято, что основными параметрами режима терморезисторной сварки являются электрическое напряжение и ток, подаваемые на ЗНЭ, а также время прогрева. Обобщающим параметром считается удельная электрическая мощность процесса сварки, определяемая по формуле (1):

$$P_M = \frac{P_E}{S_E} \quad (1)$$

где P_M — удельная электрическая мощность, $\text{кВт}/\text{м}^2$; P_E — мощность электрической цепи ЗНЭ, кВт ; S_E — площадь ЗНЭ, м^2 .

При всех проводимых сварочных работах, во избежание ошибок эксперимента и в дальнейших расчетах, поддерживали средний, согласно литературным данным [4], уровень удельной электрической мощности, который соответствует $P_M \approx 75 \text{ кВт}/\text{м}^2$. При этом величины тока и напряжения для ЗНЭ из разных типов сеток менялись, что связано с их различными значениями удельного сопротивления. В процессе сварки также учитывали и компенсировали рост сопротивления закладного элемента на 20–25 % при его нагревании.

Оптимальную величину времени прогрева при сварке определяли по появлению равномерного сварочного грат, который свидетельствует о достаточном проплавлении свариваемых поверхностей, на

боковых сторонах свариваемых образцов. Для примера, на рис. 3 представлены сечения сварных соединений для листов ZX-410 на основе РЕI толщиной 8 мм, полученных с использованием сеток **c** и **d** в качестве ЗНЭ.

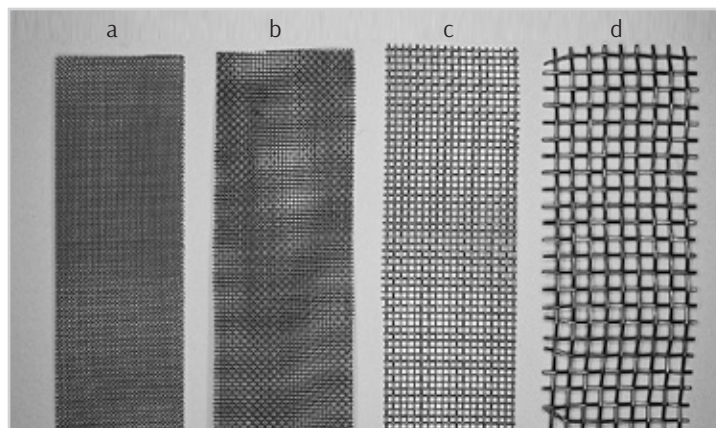


Рис. 2. Виды плетеных сеток из нержавеющей стали (ГОСТ 3286), которые были использованы в экспериментах в качестве ЗНЭ

Таблица 1. Основные параметры ЗНЭ — плетеных сеток из нержавеющей стали

Обозначения	a	b	c	d
Ширина ячейки, мм	0,25	0,45	0,8	2,0
Диаметр проволоки, мм	0,12	0,2	0,25	0,5
Сопротивление отрезка сетки 25x100 мм, Ом	0,16	0,091	0,1	0,043
Относительная площадь, занимаемая металлом, к общей площади сетки, %	64	62	47	40

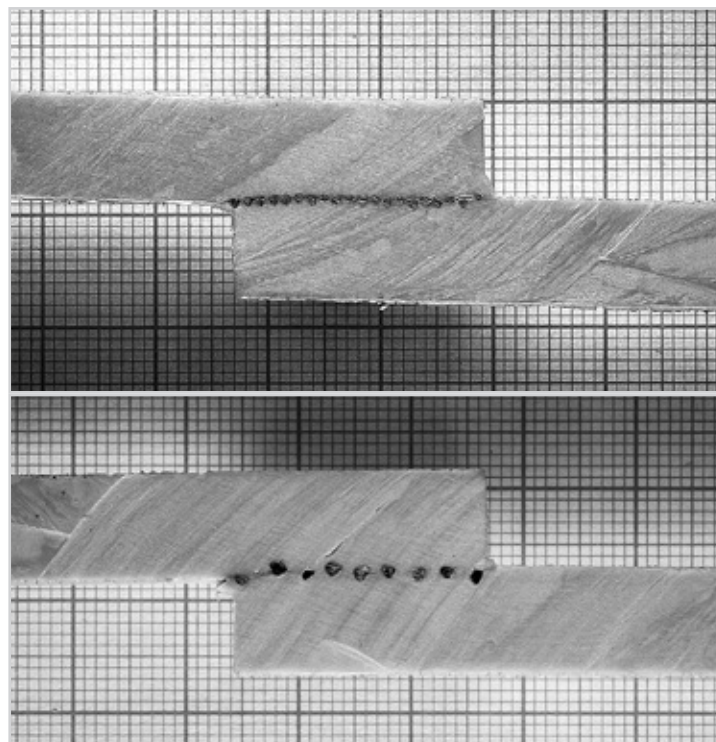


Рис. 3. Разрезы сварных соединений листов ZX-410 на основе РЕI, полученные с использованием ЗНЭ на основе сеток типов **c** и **d**

В настоящее время нет специально разработанных методик определения прочности нахлесточных терморезисторных швов, поэтому механические испытания нахлесточных швов на растяжение проводили на разрывной машине FP-10 со скоростью 25 мм/мин при 20 °С, в соответствии с ГОСТ 14759 для клеевых соединений металлических листов. Разрушающее напряжение при сдвиге определяется по формуле (2):

$$\sigma_p = \frac{P_p}{S_c} \quad (2)$$

где P_p — разрушающее напряжение, МПа; σ_p — разрушающая нагрузка, Н; S_c — площадь сварного соединения, м².

В мировой практике аналогичные испытания проводят по стандарту ASTM D1002-10, определяя прочность на сдвиг LSS (lap shear strength).

Механические испытания показали, что при использовании ЗНЭ из сеток типов **a** и **b** сварное соединение не формируется должным образом, что связано с высокой вязкостью расплава полиариленов ($\eta \approx 10^3$ Па·с) и ограниченным его течением сквозь сетки с малым размером ячеек. Таким образом, наибольшей прочностью на сдвиг характеризуются сварные соединения, полученные с использованием ЗНЭ из сеток типов **c** и **d**, которые имеют меньшую величину относительной площади, занимаемой металлом в плоскости сетки (табл. 1). При этом выявлено, что сетка **c** является предпочтительной для соединения тонких листов, что связано с ее меньшей жесткостью и занимаемой площадью в сварном соединении.

Соединения, сваренные на оптимальных режимах, разрушаются, как правило, по основному материалу (рис. 4), то есть являются равнопрочными по отношению к основному материалу. Максимальная величина разрушающего напряжения при сдвиге или прочности на сдвиг (LSS) для сварных соединений, полученных с использованием ЗНЭ на основе сеток типов **c** и **d**, обоих материалов была на уровне 17–20 МПа. При этом для материала ZX-410 на основе PEI характерно относительно вязкое разруше-

ние с прочностью $\sigma_p \approx 104$ МПа и относительным удлинением $\varepsilon_p \approx 32\%$ (по табличным данным эти величины составляют $\sigma_p \approx 101$ МПа и $\varepsilon_p \approx 25\%$), а для ZX-324 на основе РЕЕК характерно хрупкое разрушение с прочностью $\sigma_p \approx 114$ МПа и относительным удлинением ε_p не больше 10% (по табличным данным эти величины составляют $\sigma_p \approx 110$ МПа и $\varepsilon_p \approx 12\%$). Как видно из рис. 4, край сварного соединения, где под влиянием внешней среды ЗНЭ имеет пониженную температуру нагрева, выявляется проваренным недостаточно, что следует учитывать при расчете эффективной площади терморезисторного сварного соединения.

Таким образом, для термостойких полимерных материалов на основе полиэфиримида (PEI) и полиэфирэфиркетона (РЕЕК), которые относятся к такому классу полимеров как полиарилены, метод терморезисторной сварки внахлест является крайне перспективным и может быть эффективно применен в промышленных условиях при соединении деталей сложных форм, выполненных из подобных термостойких пластмасс и композитных материалов на их основе.

Продолжение в следующих номерах журнала

Список литературы

1. Михайлин Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. — СПб.: Профессия, 2006. — 624 с.
2. Михайлин Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы: 2-е изд. «Научные основы и технологии». — СПб.: 2013. — 822 с.
3. Мартовский С. В., Ощепков М. Ю. Кто поднимет композиты в небо? — COMPOSITE 21 Century, 2011. — № 5. — С. 22–31.
4. Stavrov D., Bersee H.E.N. Resistance welding of thermoplastic composites — an overview. — Composites. Part A. — 2005. — Vol. 36, № 1. — P. 39–54.
5. Dube M., Hubert P., Gallet J., Stavrov D., Bersee H. E.N., Yousefpour A. Metal mesh heating element size effect in resistance welding of thermoplastic composites. — J. of Composite Materials. — 2012. — Vol. 46, № 8. — P. 911–919.
6. ГОСТ 3826-82. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. ● #1508

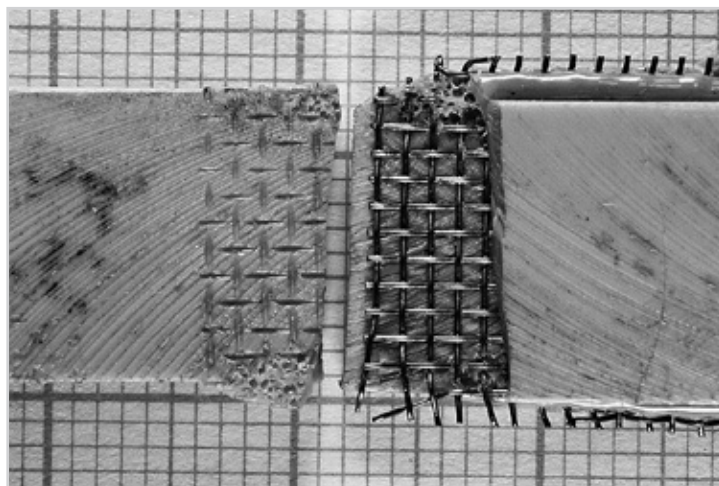


Рис. 4. Разрушенное сварное соединение образцов материала ZX-324 на основе РЕЕК после механических испытаний

Электронно-лучевые технологии в сварочном производстве

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

При электронно-лучевой обработке материалов используют тепловую энергию, выделяющуюся при столкновении быстро движущихся электронов с веществом [1, 2]. При столкновении ускоренного электронного потока с твердым телом более 90% кинетической энергии электронов переходит в тепловую, нагревающую твердое тело.

Повышая скорость движения электронов и их кинетическую энергию, а также увеличивая число электронов, движущихся в данном объеме (плотность пучка), можно создавать чрезвычайно высокую концентрацию тепловой энергии во времени и пространстве, приводящую к нагреву, плавлению, испарению, тепловому взрыву вещества в зоне торможения им электронного пучка (луча).

1. Особенности электронно-лучевого нагрева в вакууме.

Для обработки материалов электронным лучом требуются специальные устройства, излучающие свободные электроны в достаточном количестве и с требуемой скоростью. Основой таких устройств является электронная пушка, принципиальная схема которой показана на рис. 1. Электронная пушка представляет собой устройство с помощью которого получают узкие электронные пучки с большой плотностью энергии.

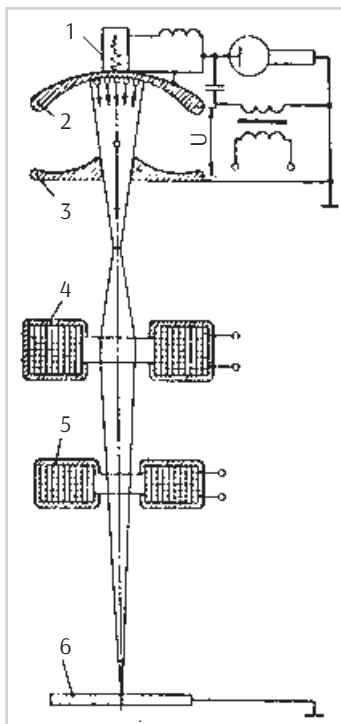


Рис. 1. Схема установки для обработки материалов электронным пучком: 1 — катод, 2 — прикатодный электрод, 3 — анод, 4 — магнитная линза, 5 — магнитная система управления лучом, 6 — изделие

Катод пушки 1, расположенный внутри прикатодного электрода 2, может нагреваться до высокой температуры. На некотором удалении от катода находится ускоряющий электрод (анод) 3 с отверстием. Прикатодный и ускоряющий электроды имеют форму, обеспечивающую такую конфигурацию электрического поля между ними, при которой электроны фокусируются в луч с диаметром, равным диаметру отверстия в аноде. Положительный потенциал ускоряющего электрода может достигать нескольких десятков тысяч вольт, поэтому электроны, эмитированные катодом, на пути к аноду приобретают значительную скорость и энергию.

После ускоряющего электрода 3 электроны двигаются равномерно. Электронная пушка получает электрическую энергию от вы-

соковольтного источника питания постоянного тока. Электроны, имея одинаковый заряд, отталкиваются друг от друга, вследствие чего диаметр пучка увеличивается, а плотность энергии в пучке уменьшается. Для увеличения плотности энергии в пучке после выхода электронов из первого анода они фокусируются магнитным полем в магнитной линзе 4 в плотный пучок и ударяются с большой скоростью о малую, резко ограниченную площадку на изделии 6. При этом кинетическая энергия электронов, вследствие торможения в веществе, превращается в тепловую, нагревая металл до высоких температур.

Для перемещения луча по обрабатываемому изделию на пути электронов устанавливают магнитную отклоняющую систему 5, позволяющую управлять лучом.

Для обеспечения свободного движения электронов от катода к аноду и далее к изделию, тепловой и химической изоляции катода, а также для предотвращения возможности возникновения разряда между электродами, насосной системой установки создается глубокий вакуум. Движение электронов в вакууме не сопровождается световыми эффектами и поэтому луч не виден, но его действие на вещество можно наблюдать по нагреву места бомбардировки, свечению люминофоров и т.п.

При достаточно высоких ускоряющих напряжениях (десятки и сотни киловольт) электроны приобретают высокую скорость, достигающую 10^6 – 10^7 м/с и выше. Скорость электронов v_a приближенно можно определить по формуле

$$v_a \approx 600\sqrt{U_{\text{уск}}} \quad (\text{км/с}), \quad (1)$$

где $U_{\text{уск}}$ — ускоряющее напряжение, В.

Мощность, передаваемая электронным пучком (без учета потерь на отражение и излучение), равна

$$W_{\text{эл}} = I \cdot U_{\text{уск}}, \quad (2)$$

где I — сила тока электронов в пучке (анодный ток), А; $U_{\text{уск}}$ — ускоряющее напряжение (анодное напряжение), В.

Кинетическая энергия W_k , приобретаемая электронами в электрическом поле, равна

$$W_k = mv_a^2/2 = eU, \quad (3)$$

где e — заряд электрона, равный $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; v_e — скорость электрона, км/с; m — масса электрона, равная $9,1 \cdot 10^{-28}$ г; U — разность потенциалов на пройденном электроном участке, В.

При соударении электронов с поверхностью обрабатываемого объекта их кинетическая энергия почти полностью переходит в тепловую, мощность которой W_T приближенно равна

$$W_T = I \cdot U_{\text{уск}}; \quad I = n \cdot e/t, \quad (4)$$

где I — сила тока в электронном потоке, А; $U_{\text{уск}}$ — ускоряющее напряжение, В; n — число электронов в потоке; t — время, с.

Часть электронов отражается от обрабатываемой поверхности. На рис. 2 приведены кривые зависимости коэффициента отражения α электронов от заряда Z ядра атома материала изделия (кривая 1) и, для сравнения, коэффициента отражения света от длины волны λ лазерного излучения для стали (кривая 2) и алюминия (кривая 3) [3]. Согласно этим данным при взаимодействии электронов с поверхностью металлов отношение мощности, уносимой отраженными электронами, к мощности пучка для железа (стали) составляет 0,25–0,3 и лишь для элементов с большими атомными номерами достигает 0,5 (вольфрам). В то же время большинство металлов на длине волны оптического излучения 10 мкм (такая длина волны характерна для СО₂-лазеров) имеют коэффициент отражения 0,85–0,95.

При увеличении энергии электронов их отражение уменьшается. Этот эффект связан с тем, что максимум энергосвечения электронного пучка находится не на поверхности твердого тела, а на некотором расстоянии под ней.

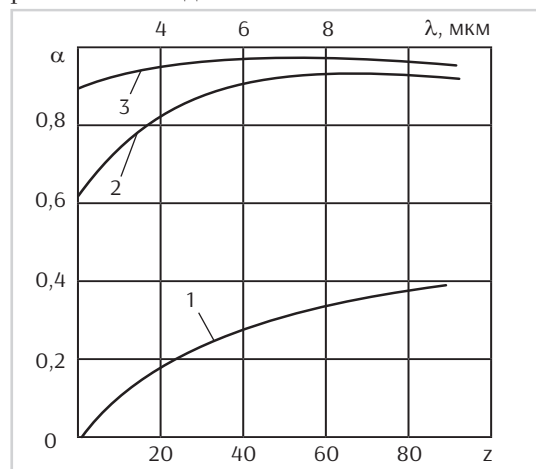


Рис. 2. Кривые зависимости отражения α электронов от заряда Z ядра материала изделия (кривая 1) и коэффициента отражения света от длины волны λ лазерного излучения для стали (кривая 2) и алюминия (кривая 3)

Незначительная часть (0,1–3%) кинетической энергии преобразуется в рентгеновское излучение, мощность которого $W_{\text{рен}}$ равна

$$W_{\text{рен}} = aZI U_{\text{уск}}^2, \quad (5)$$

где Z — порядковый номер элемента в периодической системе; I — сила тока электронного пучка, мА; $U_{\text{уск}}$ — ускоряющее напряжение, кВ; a — коэффициент пропорциональности (при $U_{\text{уск}}$ в кВ, $a = 1,5 \cdot 10^{-6}$).

Электроны, тормозящиеся на поверхности анода, проникают на некоторую глубину в вещество анода. Толщина слоя вещества, в котором электрон полностью теряет скорость, называется пробегом электрона или глубиной его проникновения. Пробег электрона δ равен

$$\delta = 2,1 \cdot 10^{-11} (U_{\text{уск}}^2 / \gamma) \quad (\text{м}), \quad (6)$$

где γ — плотность вещества, кг/м³; $U_{\text{уск}}$ — ускоряющее напряжение, В.

В зависимости от ускоряющего напряжения и плотности металла электроны проникают на глубину 10–50 мкм. При торможении электронного пучка выделяющаяся тепловая энергия, в зависимости от ее мощности, нагревает, размягчает, плавит или испаряет металл.

Для сварки, плавления и размерной обработки необходима плотность мощности луча (Вт/см^2), равная

$$W_{\text{уд}} = 3,47 \lambda T_{\text{пл}} / [d_s \cdot \log(d_s/d_0)], \quad (7)$$

где $W_{\text{уд}}$ — плотность мощности луча для образования расплавленной ванны диаметром d_s , равным толщине металла; $T_{\text{пл}}$ — температура плавления, °С; d_0 — диаметр участка, на краях которого температура $T_0 = 0$ °С остается неизменной; λ — теплопроводность металла, Вт/см²·град.

Плотность энергии электронного луча может изменяться в достаточно широких пределах от 10^2 до $5 \cdot 10^8$ Вт/см².

В электронно-лучевой пушке создается вакуум около 10^{-3} Па, а в рабочей камере в процессе работы — менее $5 \cdot 10^{-2}$ Па.

Использование вакуумной защиты при различных технологиях электронно-лучевой обработки позволяет существенно влиять на качество обработки материалов [4]. Вакуум является не только защитной средой, предохраняющей металл от действия атмосферы, но он также ускоряет и способствует более полному завершению термодинамических процессов, протекающих в расплавленном и нагретом металле.

Кинетическая роль вакуума наиболее ярко проявляется в резком ускорении выхода газов из металла, а термодинамическая — в значительно более полном удалении примесей.

Установлено, что вакуумная среда активно воздействует на нагретый расплавленный металл, обеспечивая его дегазацию, повышение плотности, удаление окислов, примесей и загрязнений, как с поверхности, так и из внутренних слоев металла. Один из наиболее распространенных дефектов, встречающихся в сварных швах — газовые поры. Газовая пористость возникает из-за наличия в жидком металле избыточного количества газов, которые с понижением температуры металла выделяются из него вследствие уменьшения их растворимости. Эти газы в результате коагуляции превращаются в пузырьки, которые, не успевая всплыть на поверхность, образуют поры в закристаллизовавшемся металле и на разделе твердой и жидкой фаз.

Таблица 1. Классификация электронно-лучевых технологий

Способы электронно-лучевых технологий	Форма электронного пучка		Параметры электронного пучка	Основные параметры технологического процесса	Основные области применения
	аксиально-симметричная	ленточная			
Сварка	+	–	$U_{acc}=10-150$ кВ $P_{max}=120$ кВт $d=0,05-1$ мм	$h_{min}=0,1$ мм $h_{max}=300$ мм $(h/B)_{max}=50$ $v=1-15$ мм/с	Все отрасли машиностроения
Наплавка, поверхностный переплав	+	+	$U_{acc}=10-150$ кВ $P_{max}=15$ кВт $d=0,5-1$ мм	$h_{max}=10$ мм $B_{max}=500$ мм $v=5-25$ мм/с	Поверхности слитков и полуфабрикатов, деталей трения и режущего инструмента. Производство аксиально-симметричных деталей сложной формы
Поверхностная закалка, локальная термообработка	+	–	$U_{acc}=20-150$ кВ $P_{max}=60$ кВт $d=0,05-1$ мм $f_{sc}=5-20$ кГц	$h_{max}=5$ мм $B_{max}=200$ мм $v=10-50$ мм/с	Авиа- и судостроение, инструментальная промышленность, микроэлектроника. Шестерни, валы, подшипники, детали трения, эмиттеры
Резка	+	–	$U_{acc}=60-150$ кВ $P_{max}=30$ кВт $d=0,05-0,5$ мм	$h_{max}=60$ мм $B_{max}=2,5$ мм шероховатость $R\leq 0,25$ мм $v=1-15$ мм/с	Турбокомпрессоры. Резка химически активных и тугоплавких металлов и сплавов
Сверление	+	–	$U_{acc}=60-150$ кВ $P_{max}=15$ кВт $d=0,05-0,2$ мм $f_{mod}=4-3000$ Гц	$h_{max}=10$ мм $D=0,05-1,5$ мм	Двигателестроение. Фильтры, сепараторы, фильеры, форсунки и др.
Пайка	+	–	$U_{acc}=10-150$ кВ $P_{max}=15$ кВт $d=0,05-1$ мм	$T=3000$ К	Инструментальная промышленность
Гравировка	+	–	$U_{acc}=60-150$ кВ $P_{max}=15$ кВт $d=0,05-0,2$ мм	$h_{max}=1$ мм	Регистрация технологических процессов. Маркировка. Художественные изделия
Плавка	–	+	$U_{acc}=20-30$ кВ $P_{max}=1200$ кВт	Максимальные размеры слитка 900×4000 мм	Металлургия чистых металлов и сплавов. Утилизация отходов дорогостоящих металлов и сплавов
Нанесение покрытий	+	+	$U_{acc}=20-30$ кВ $P_{max}=300$ кВт	Максимальная скорость осаждения ~ 100 нм/с	Турбиностроение. Оптика. Электроника
Создание новых (биметаллических, композитных) материалов — осаждением паров	+	+	$U_{acc}=20-30$ кВ $P_{max}=300$ кВт	Максимальные размеры производимого материала — 2000×5 мм	Электрические контакты при больших силах тока
Создание капельных брызг расплава (используя быстрое вращение мишени)	+	+	$U_{acc}=20-150$ кВ $P_{max}=120$ кВт $d=0,5-1$ мм	Диаметр капель $0,1-3$ мм. Скорость вращения цилиндрической мишени — $1500-7500$ об/мин	Детали трения вращения. Газотурбинные двигатели

Примечание. h_{min} , h_{max} — минимальная и максимальная глубина обработки соответственно; B_{max} — максимальная ширина обработки; v — скорость обработки; T_{max} — максимальная температура; D — диаметр; U_{acc} — ускоряющее напряжение; P_{max} — максимальная мощность электронного пучка; d — диаметр электронного пучка; f_{sc} — частота сканирования электронного пучка; f_{mod} — частота модуляции тока электронного пучка

Использование вакуумной защиты при сварке, наплавке, переплавке и других видах электронно-лучевой обработки является одним из наиболее совершенных способов предупреждения образования пор. Использование вакуума, при этом, полностью устраняет причины, вызывающие образование пор. Кроме того, вакуум активно способствует устранению пористости за счет удаления газов из основного металла. Создание вакуума над ванной расплавленного или нагретого твердого металла сопровождается повышением скорости выделения газов за счет увеличения скорости диффузии в твердом металле.

При сварке и других технологиях обработки химически активных металлов наличие окислов и загрязнений является одним из главных факторов, препятствующих получению качественного результата. Установлено, что активное воздействие вакуумной защиты на процесс металлообработки дает возможность освободиться от поверхностных загрязнений, газов и жидких пленок. Обычно после нагрева в вакууме поверхность металла становится блестящей.

Основные характеристики и классификация электронно-лучевых технологий (ЭЛТ) представлены в табл. 1 [4].

Необходимо отметить, что ЭЛТ плавки и обработки материалов по праву относятся к наиболее наукоемким, имеющим большую перспективу и эффективность применения [1].

Список литературы

1. Патон Б. Е. Современные электронно-лучевые технологии Института электросварки им. Е. О. Патона НАНУ // Автомат. сварка. — 2001. — № 2. — С. 3–8.
2. Попилов Л. Я. Основы электротехнологии и новые ее разновидности. — Л.: Машиностроение, 1971. — 216 с.
3. Коротеев А. С., Васильев М. Н. Технологические процессы на основе концентрированных электронных пучков. — Автомобильная промышленность. — 1983. — № 11. — С. 21–23.
4. Кайдалов А. А. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. — Киев: Эко-технология, 2004. — 260 с.

● #1509



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.

Техника выполнения сварных швов*

Сварка углового соединения с наружным углом в нижнем положении. Угловые соединения с наружными угловыми швами встречаются намного реже, чем стыковые, нахлесточные и тавровые соединения. Это соединение является в высшей степени технологичным, поскольку его очень просто подготовить к сварке, а параметры режима сварки подобны применяемым при сварке стыковых соединений со скосом кромок.

Для обеспечения максимальной прочности в сварном соединении необходимо получить проплавление с обратной стороны. Добавление внутреннего углового шва к наружному значительно повышает прочность всего углового соединения. Как уже отмечалось, стоимость подготовки подобного соединения весьма невелика, однако при сварке подобных соединений из металла большой толщины значительную величину затрат составит стоимость электродов.

Сварку углового соединения с наружным углом в нижнем положении выполняют на обратной полярности. При сварке данного соединения положение электрода должно соответствовать положению, изображенному на *рис. 11*. При первом проходе используют технику сварки, применяемую при наложении узкого шва, без поперечных колебаний. Сила сварочного тока не должна быть слишком большой. Сварной шов при первом проходе должен обеспечить полное проплавление обратной стороны соединения и хорошее сплавление с обеими пластинами. Большое значение для достижения этой цели имеет поддержание короткой дуги.

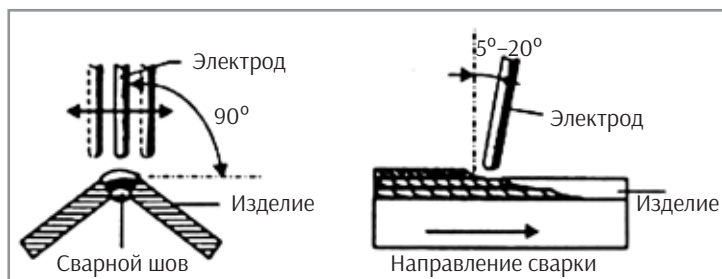


Рис. 11. Положение электрода при сварке углового соединения с наружным углом в нижнем положении

При выполнении второго, третьего и последующих проходов сварочный ток следует установить на повышенный режим, при этом необходимо использовать технику сварки с поперечными колебаниями электрода. Третий проход следует производить при более широкой амплитуде колебаний, чем второй. Техника выполнения второго и последующих проходов аналогична выполнению данных проходов при сварке «в лодочку» многопроходным угловым швом (Св. № 2, 2015 г., стр. 28).

Во время сварки необходимо следить за ограничением ширины поперечных колебаний электрода. Для устранения подрезов рекомендуется производить кратковременную остановку электрода в крайних точках траектории поперечных колебаний, и удостовериться в том, что достигается хорошее сплавление с ранее наложенными слоями и с обеими поверхностями пластины. Последний проход не должен иметь слишком большую высоту. После каждого прохода необходимо тщательно очистить наплавленный металл от шлаковой корки.

Сварка стыкового соединения со скосом кромок на подкладке в нижнем положении. Данный тип сварного соединения достаточно часто применяется при сварке трубопроводов, сосудов высокого давления и корабельных конструкций.

Сварка данного соединения производится на обратной полярности. Для первого прохода устанавливается невысокое значение сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать изображенному на *рис. 12*. Сварка производится узким валиком без поперечных колебаний электрода. Во время сварки необходимо следить за тем, чтобы обеспечивалось хорошее сплавление с подкладкой и поверхностями разделки в корневой части соединения. Поверхность

Продолжение. Начало в № 1, 2, 3 – 2015

шва должна быть максимально плоской.

Второй, третий и последующие проходы могут производиться при повышенных значениях сварочного тока. Перемещение вдоль оси шва не должно быть слишком быстрым, иначе поверхность шва будет неровной, с крупными чешуйками, могут появиться поры. Поперечные перемещения электрода должны ограничиваться требуемой шириной шва. Это обеспечит исключение появления подрезов. Во время сварки важно следить за длиной дуги, тщательно удалять шлак с наложенных слоев, следить за тем, чтобы наложенный сварной шов имел сплавление с предыдущими слоями и со свариваемыми кромками. При наложении последнего слоя используются кромки разделки в качестве показателя при определении требуемой ширины шва.

Сварка стыкового соединения со скосом кромок в нижнем положении. Данный вид соединения часто встречается при сварке трубопроводов, а также при сварке ответственных соединений.

Сварка соединения производится на обратной полярности. Положение электрода должно соответствовать изображенному на рис. 13.

На рис. 14, а показан порядок наложения слоев/валиков при сварке стыкового соединения со скосом кромок в нижнем положении. Первый проход предназначен для сварки корня шва и выполняется обычно электродами диаметром 3 мм, при этом сварочный ток не должен быть слишком велик. Сварка производится на короткой дуге с возвратно-поступательными движениями электрода относительно линии сварного шва, при этом необходимо следить, чтобы сам электрод все время оставался в зазоре корневой области сварного соединения. Во время сварки нельзя допускать прерывания дуги при перемещении электрода вперед и нужно следить за тем, чтобы капли металла не падали перед швом, это может помешать проведению процесса сварки, его продвижению вперед. На обратной стороне стыка должен образовываться небольшой валик. Лицевая поверхность первого прохода должна иметь минимальную выпуклость.

Второй и последующие проходы производятся при повышенных значениях сварочного тока и электродами большего диаметра. Наплавка производится с использованием

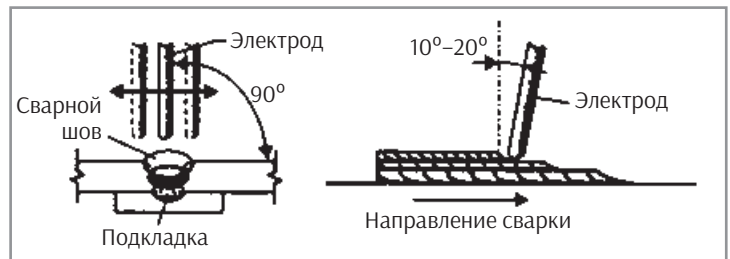


Рис. 12. Положение электрода при сварке стыкового соединения со скосом кромок на подкладке в нижнем положении

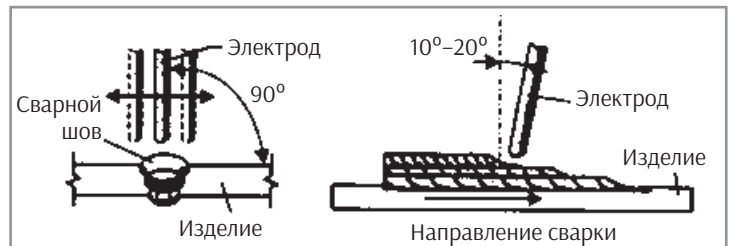


Рис. 13. Положение электрода при сварке стыкового соединения со скосом кромок в нижнем положении

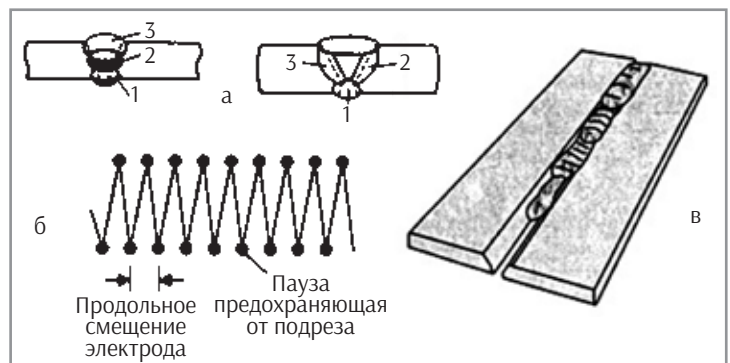


Рис. 14. Сварка стыкового соединения со скосом кромок в нижнем положении: а — порядок наложения слоев; б — траектория движения электрода при выполнении последнего прохода; в — сварное соединение

поперечных колебаний электрода, при этом важно обеспечить постоянство и равномерность колебаний и перемещения электрода вдоль оси шва, в противном случае полученный сварной шов будет неоднороден по качеству и внешнему виду. Во время сварки необходимо следить за тем, чтобы избежать появления подрезов (рис. 14, б). Необходимо получить хорошее сплавление с ранее наплавленными слоями, а также с боковыми кромками разделки свариваемого изделия. Лицевые стороны второго и последующих слоев должны иметь плоскую поверхность. Необходимо тщательно очищать каждый слой от шлака по всей его длине.

Заключительный проход выполняется тем же типом электрода, что и все предыдущие. Техника выполнения такая же, как и при выполнении второго и последующих проходов, за исключением того, что при заключительном проходе амплитуда поперечных колебаний электрода будет больше. Для контроля ширины облицовочного шва необходимо использовать скошенные кромки стыкового соединения. Поверхность облицовочного шва должна быть слегка выпуклой. ● #1510

Продолжение в следующих номерах журнала

Обоснование экономической эффективности применения различных способов сварки и сталей для ремонта кожуха доменной печи № 4 ПАО «МК «Азовсталь»

А. Г. Синеек, Ю. В. Демченко, канд. техн. наук, В. Н. Проскудин, канд. техн. наук,
В. Г. Тюкалов, А. А. Москаленко, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ

В практике строительства и ремонта металлургических объектов, в том числе и доменных печей, преимущественно используется ручная и механизированная дуговая сварка в среде защитных газов, реже электрошлаковая сварка. Экономической эффективности, как конечному результату технико-экономического анализа производственного процесса, до настоящего времени уделялось мало внимания. Сегодня тема экономической эффективности весьма актуальна, так как решение вопросов о снижении сроков и стоимости строительства или ремонтов наиболее важны при реализации проектов. Не является исключением и проект, разработанный корпорацией «Промстальконструкция» 905-12КМ для ремонта второго разряда кожуха доменной печи № 4 ПАО «МК «Азовсталь».

Исходя из конструктивных особенностей кожуха доменной печи (ДП) № 4 ПАО «МК «Азовсталь», применяемой марки стали — 09Г2С, при ручной дуговой сварке (РДС) во всех пространственных положениях используются электроды УОНИ-13/55 или FOX EV 50. Для ручной сварки горизонтальных швов на вертикальной плоскости могут применяться высокопроизводительные электроды марки АНО-30. При механизированной сварке в среде защитных газов во всех пространственных положениях используются проволока Св-08Г2С и ряд ее аналогов, а при электрошлаковой сварке (ЭШС) вертикальных швов — проволока Св-10Г2 или Св-08ГА в сочетании с флюсом АН-8. Указанные материалы обеспечивают механические свойства металла сварного соединения на уровне требований СНиП III-18-75.

Характерной особенностью, как дуговых способов сварки, так и ЭШС является то, что объем сварочных работ определяется массой наплавленного металла, а себестоимость единицы работы и удельные капитальные вложения рассчитываются на 1 кг такого металла. В расчетах экономической эффективности в качестве исходных данных используются показатели технологических режимов сварки и нормативные данные. Для обоснования экономической эффективности разных способов сварки авторами произведен расчет технологической себестоимости 1 кг металла, наплавленного электродами вышеупомянутых марок для ручной электродуговой сварки, и проволоками для полуавтоматической сварки и ЭШС. Оценка экономической эффективности сравни-

ваемых в статье способов сварки определяется путем сопоставления их себестоимости. Она рассчитывается по сумме изменяющихся затрат на: сварочные материалы, основную и дополнительную заработную плату, электроэнергию, амортизацию, содержание и эксплуатацию сварочного оборудования.

Стоимость сварочных материалов для дуговых способов сварки, расходуемых на наплавку 1 кг материала (P_m), можно определить по формуле:

$$P_m = k_p \cdot C_m, \text{ грн.}, \quad (1)$$

где C_m — рыночная стоимость 1 кг сварочного материала, грн., k_p — коэффициент расхода.

Стоимость углекислого газа рассчитывают, исходя из его расхода для принятых режимов сварки.

Время T необходимое для наплавки 1 кг металла определяется по формуле:

$$T = 1000 / I_{\text{св}} \cdot \alpha_n \cdot k_r, \text{ ч}, \quad (2)$$

где α_n — коэффициент наплавки, г/а·ч; k_r — коэффициент, учитывающий время горения дуги в общем времени сварки.

Зарботная плата (ЗП) рассчитывается следующим образом:

$$P_z = P_T \cdot T, \text{ грн.}, \quad (3)$$

где P_T — тарифная часовая ставка сварщика.

Дополнительная заработная ставка принимается равной 10 % основной ЗП, отчисление на социальное страхование — 6,1 %.

Затраты на электроэнергию $P_{\text{э}}$ для наплавки 1 кг металла будут составлять:

$$P_{\text{э}} = U_d \cdot 0,73 / \alpha_n \cdot \eta \cdot k_r, \text{ грн.}, \quad (4)$$

где η — коэффициент полезного действия установки; 0,73 — стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, грн.

Амортизационные отчисления P_A на оборудование:

$$P_A = P_o \cdot T \cdot 0,32 / T_{\text{ф}} \cdot k_n, \text{ грн.}, \quad (5)$$

где P_o — стоимость сварочного оборудования, грн.; $T_{\text{ф}}$ — годовой плановый фонд времени эксплуатации оборудования, ч;

k_n — коэффициент использования планового фонда времени эксплуатации оборудования, учитывающий его простои; 0,32 — норма амортизационных отчислений.

Расходы на текущий ремонт и обслуживание оборудования $P_{рем}$, отнесенные к 1 кг наплавленного металла:

$$P_{рем} = P_o \cdot T \cdot 0,2 / T_{ф} \cdot k_n, \text{ грн.}, \quad (6)$$

где 0,2 — норма отчислений.

При ЭШС расходы на сварочные материалы, приходящиеся на 1 кг наплавленного металла (C_m), определяются следующим образом:

$$C_m = q_m \cdot \Pi_m, \quad (7)$$

где q_m — расход сварочных материалов; Π_m — оптовая цена сварочных материалов.

Расход электроэнергии при ЭШС на 1 кг наплавленного металла:

$$P_{э} = U_c / \eta \cdot \alpha_n, \text{ кВт}, \quad (8)$$

Затраты на электроэнергию для наплавки 1 кг металла шва:

$$C_{э} = P_{э} \cdot \Pi_{э}, \text{ грн.}, \quad (9)$$

где $\Pi_{э}$ — стоимость электроэнергии по заводским данным.

Норма амортизационных отчислений для ЭШС составляет 27 %.

Расчеты произведены в соответствии с методикой разработанной в ИЭС им. Е. О. Патона и представлены в *табл. 1*.

Как видно из *табл. 1*, наибольшая доля затрат при РДС приходится на ЗП, что связано с низкой производительностью способа. При механизированных способах сварки значительную долю себестоимости наплавленного металла составляют расходы на сварочные материалы. Снижение себестоимости сварочных работ и уменьшение затрат на ЗП достигается за счет высокой производительности при ЭШС, полуавтоматической сварке, а при РДС за счет использования электродов АНО-30. Выполненные расчеты себестоимости на 1 кг наплавленного металла дают представление об эффективности применения отдельных способов сварки и сварочных материалов.

Способ ЭШС разработан в ИЭС им. Е. О. Патона в 1950-х годах в связи с необходимостью механизации сварочных работ на монтаже, повышения качества и производительности сварки вертикальных швов при строительстве и ремонте кожухов доменных печей и других толстостенных металлургических сосудов. Изучение отечественного и зарубежного опыта применения ЭШС по-

казало ее существенные технико-экономические преимущества перед РДС и механизированной сваркой при соединении толщин более 40 мм и длине шва более 2 м:

1. ЭШС характеризуется высокой устойчивостью процесса и обеспечивает высокое качество сварного соединения, практически исключает влияние человеческого фактора на качество и производительность.

2. Отсутствуют повышенные требования к подготовке кромок. Разделка без скоса кромок может быть осуществлена в монтажных условиях.

3. Поскольку ЭШС является способом однопроводной сварки вертикальных стыков, это обеспечивает получение минимальных поперечных угловых деформаций стыкового сварного шва.

4. Современные технологии ЭШС позволяют получать соединения требуемого качества из конструкционных низколегированных сталей, в том числе на уровне СНиП III-18-15 ($KCU_{+20}^{\circ C} \geq 60 \text{ Дж/см}^2$), при использовании стандартных сварочных материалов сравнительно низкой стоимости.

5. ЭШС характеризуется высокой производительностью и экономичностью при выполнении протяженных вертикальных стыковых соединений металла толщиной более 40 мм.

6. Аппаратура для ЭШС относится к оборудованию средней степени сложности и весьма надежна в работе.

7. Применение ЭШС позволяет перейти к промышленным методам строительства и капитального ремонта металлургических агрегатов. Значительно сокращаются сроки выполнения строительных и ремонтных работ.

Для осуществления капитального ремонта второго разряда кожуха ДП № 4 объемом 2002 м³ ПАО «МК» Азовсталь» корпорацией «Промстальконструкция» предложен крупноблочный вариант раскроя кожуха (длина вертикальных швов 14 м, толщина соединяемых элементов 45 мм). Мы видим, что применение ЭШС в данном случае наиболее целесообразно по технико-экономическим показателям.

Таблица 1. Сравнительная оценка технологической себестоимости 1 кг наплавленного металла при различных способах сварки

Показатели	РДС покрытыми электродами			Полуавтоматическая сварка в среде защитных газов	Электрошлаковая сварка
	УОНИ-13/55	АНО-30	FOX EV 50		
Сила тока, $I_{св}$, А	180	180	180	350	800
Напряжение дуги, U_d , В	24	24	24	28	44
Коэффициент наплавки, α_n , г/а · ч	9	12,5	9	18	28
Заработная плата с отчислениями, P_z , грн.	19,39	13,96	19,39	4,99	0,77
Затраты на материалы, P_m , грн.	33,05	45,36	67,45	21,59	20,5
Затраты на электроэнергию, $P_{э}$, грн.	4,72	3,4	4,72	2,75	1,53
Амортизационные отчисления, P_a , грн.	2,5	1,8	2,5	1,48	2,48
Расходы по текущему ремонту и обслуж. оборуд., $P_{рем}$, грн.	1,6	1,15	1,6	0,95	1,84
Итого: себестоимость по статьям затрат, грн.	61,25	65,67	95,65	31,76	27,12

Таблица 2. Расчет трудозатрат на выполнение ЭШС

Расчетная скорость сварки, м/ч	3,5
Основное (машинное) время сварки одного стыка, ч	4
Монтаж и настройка аппарата (типа АД-381Ш), ч	2
Демонтаж аппарата, ч	0,5
Итого: затраты времени на ЭШС одного стыка, ч	6,5
Количество сварщиков — операторов, чел.	4
Трудозатраты (6,5 × 4), чел.-ч	26
Трудозатраты на 1 м шва (26: 14), чел.-ч/м	1,86

Расчет трудозатрат на выполнение ЭШС, в условиях монтажа, вертикального сварного соединения С1 — ГОСТ 15164-78 металла толщиной 45 мм и длиной 14 м представлен в табл. 2.

Для сравнения рассмотрим расчет трудозатрат на выполнение РДС, в условиях монтажа, сварного соединения — С25 — ГОСТ 5264 металла толщиной 45 мм и длиной 4 м.

Прямая норма времени (H_n) необходимая для сварки 1 м шва — 5 ч, при этом коэффициент $K_1 = 1,3$, при условии применения электродов УОНИ 13/55, FOX EV 50 и др., а $K_2 = 1,25$ — сварка с лесов. Время сварки 1 м шва одним электро-сварщиком: $H_{вр} = H_n \cdot K_1 \cdot K_2 = 5 \cdot 1,3 \cdot 1,25 = 8,1$ ч.

С учетом возможности выполнения двусторонней сварки шва длиной 4 м одновременно можно привлечь 4-х сварщиков. Принимая во внимание обязательную зачистку корня шва и промежуточных слоев, $H_{вр}$ увеличивается на 30 % — до 10,5 ч.

Для сварки 4 м шва одновременно 4-мя сварщиками, с привлечением для механической зачистки 2-х слесарей, необходимо: $10,5 \times 6 = 63$ чел.-ч.

Зачистка выполненных швов для контроля занимает — 3 ч, при условии сварки одновременно с двух сторон.

Цикл составляет: $10,5 + 3 = 13,5$ ч.

Трудозатраты: $63 + 6 = 69$ чел.-ч.

Трудозатраты на 1 м шва составляют: $69 : 4 = 17,25$ чел.-ч/м.

Приведенные выше расчеты произведены при условии одинаковых трудозатрат на сборку сварных соединений при РДС и ЭШС (табл. 2). Исходя из этих расчетов, трудозатраты на 1 погонный метр шва вертикального стыкового сварного соединения металла толщиной 45 мм, выполненного РДС, почти в 10 раз превышают аналогичный показатель для ЭШС.

Для реализации проекта 905-12КМ авторами предложена технологическая схема ремонта кожуха, заключающаяся в замене пояса высотой 14 м, состоящего из 12 укрупненных монтажных блоков, соединенных вертикальными стыками. Каждый монтажный блок собран из 8 полотнищ. Сварные швы между блоками и полотнищами в блоках выполняются ЭШС. Аналогичная технологическая схема предлагается и для второго пояса высотой 5 м.

На серийном оборудовании процесс ЭШС может длиться непрерывно до 10–12 часов. При минимальной скорости ЭШС — 1,5 м/ч для металла толщиной 45 мм, возможна сварка стыка длиной > 15 м. Несмотря на то, что действующий на сегодня ГОСТ-15164-78 ограничивает длину шва выполняемую ЭШС до 10 м, накопленный опыт в реализации тех-

нологии сварки длинномерных швов и наличие современного оборудования позволяют ИЭС им. Е.О. Патона обосновать увеличение длины шва до 14 м. Для выполнения этого процесса рекомендуется использовать аппарат АД-381Ш. Опыт его применения освещен в статье: «Сварочное производство» № 6, 2008 г., с. 32–36.

В проекте 905-12КМ для заменяемых частей кожуха рассматривается применение базовой стали марки 09Г2С класса прочности С345 по ГОСТ 19281-89, а также предусмотрена возможность применения проката новой стали марки 06ГБ. С учетом поставленной задачи, авторами выполнен анализ служебных характеристик стали 06ГБ С355 по ТУ У27.1-05416923-085:2006.

Сталь 06ГБ — современный конструкционный материал. Опубликованные в литературе данные свидетельствуют, что стали такого класса весьма экономичны, обладают сбалансированными механическими и технологическими свойствами. При низком содержании в них углерода и таких карбидо- и нитридо-образующих элементов, как ниобий и ванадий, способствующих получению мелкозернистой структуры путем термического улучшения, обеспечивается класс прочности С355-390. Это гарантирует хорошую свариваемость, хладостойкость и выносливость, как материала, так и изготовленных из него конструкций. Благодаря химической и структурной однородности сталь 06ГБ обладает высокими прочностными характеристиками в X, Y и Z направлениях. Металл не теряет своих свойств после механического старения, обладает хорошими характеристиками свариваемости, технологичен при использовании в условиях монтажной площадки.

В настоящее время прокат стали марки 06ГБ классов прочности С355 и С390 успешно применен при строительстве и ремонте ряда подобных ДП № 4 объектов, таких как ДП № 9 на ПАТ «Арселор Миттал, Кривой Рог», ДП № 2 на ПАО «МК «Азовсталь», а также резервуаров для хранения нефти емкостью 75 000 м³ в Бродях и 50 000 м³ в Мозыре. Для изготовления и монтажа перечисленных металлоконструкций в ИЭС им. Е. О. Патона разработаны соответствующие технологии сварки и осуществлено их научно-техническое сопровождение.

Прокат стали 06ГБ по ТУУ27.1-05416923-085:2006 класса прочности 390

Таблица 3. Химический состав проката сталей 06ГБ (ТУУ27.1-05416923-085:2006) и 09Г2С (ГОСТ 19281-89)

Марка, класс прочности	Массовая доля химических элементов, % (не более или в пределах)											
	C	Si	Mn	Nb	V	Mo	Ti	Cr	Ni	Cu	S	P
06ГБ С355	0,04–0,08	0,15–0,35	0,90–1,20	0,010–0,030	0,020–0,040	0,05	0,020	0,20	0,30	0,30	0,010	0,025
06ГБ С390	0,04–0,08	0,25–0,50	1,10–1,40	0,010–0,030	0,020–0,050	0,08	0,020	0,20	0,30	0,30	0,010	0,025
09Г2С С345	0,12	0,5–0,8	1,3–1,7	—	—	—	—	0,30	0,30	0,30	0,040	0,035

(при толщинах 12–40 мм) производства ПАО «МК «Азовсталь» применен также при строительстве моста через вход в гавань Подольского мостового перехода. Промышленная партия этой стали выплавлялась в кислородном конвертере емкостью 350 т с последующей обработкой жидким синтетическим шлаком и продувкой порошкообразным силикокальцием в струе аргона. Данная технология обеспечила низкое содержание серы, фосфора и неметаллических включений. Разливка осуществлялась на установке непрерывного литья. Прокатка стали производилась на стане 3600 с регламентацией температурно-деформационных параметров, состояние — закалка с отпуском. Сталь 06ГБ класса прочности С355 поставляется в состоянии после нормализации, а С390 после закалки с отпуском.

Требования к химическому составу сталей 06ГБ и 09Г2С приведены в табл. 3, а к их механическим свойствам в табл. 4.

Авторами проведены всесторонние исследования по оценке влияния термических циклов сварки (ТЦС) на механические свойства и ударную вязкость металла зоны термического влияния (ЗТВ). В качестве критерия ТЦС принималась скорость охлаждения металла при нагреве до температуры 1200–1300 °С и его остывания в соответствии с определенными условиями охлаждения сварных соединений в интервале температур 600–500 °С (W6/5). По результатам таких испытаний установлены предельные скорости охлаждения, при которых происходит снижение показателей прочности, пластичности и ударной вязкости металла ЗТВ по отношению к регламентируемым требованиям к сварным соединениям.

В целом испытания показали, что при сварке стали марки 06ГБ для обеспечения хороших показателей по ударной вязкости металла ЗТВ и шва при температуре испытаний –40 °С необходимо ограничивать скорость охлаждения сварных соединений. Установ-

Таблица 4. Механические характеристики и ударная вязкость сталей 06ГБ (ТУУ27.1-0541692085:2006) и 09Г2С (ГОСТ 19281-89)

Марка, класс прочности, толщина	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	Ψ_Z , %	Ударная вязкость KCV при температуре испытаний, Дж/см ²			
						–20 °С	–40 °С	–60 °С	–70 °С
06ГБ С355 8–50 мм	355	455	22	55	25	—	98	78	59
06ГБ С390 8–50 мм	390	490	22	55	25	—	98	78	59
09Г2С С345 до 10 мм	345	490	21	—	—	—	—	—	—

лено, что комплекс механических свойств (σ_T , σ_B , δ_5 , Ψ , KCV) металла ЗТВ на уровне требований ТУУ 27.1-05416923-085:2006 в полной мере может быть обеспечен при сварке с ограниченным тепловложением, без специальных технологических приемов, когда минимальные скорости охлаждения сварных соединений находятся в пределах 7–10 °С/с. Эти значения хорошо согласуются с технологическими режимами для практических задач сварки при изготовлении и монтаже ответственных строительных металлоконструкций.

Авторы считают, что опыт применения проката стали марки 06ГБ С390 при капитальном ремонте ДП № 9 ПАО «Арселор Миттал, Кривой Рог», строительстве ДП № 2 на ПАО «МК «Азовсталь», и наработки по использованию новых сварочных технологий, могут быть успешно использованы и при реализации проекта 905-12КМ для ремонта второго разряда кожуха ДП № 4 ПАО «МК «Азовсталь». Следует отметить, что нормируемые СНиП III-18-75 (р. 3. п. 3.7) требования по показателям пластичности, ударной вязкости и твердости при ЭПС кожухов ДП достигаются при сварке сталей 06ГБ С355–390 без применения дополнительных технологических приемов. Важным аргументом для применения стали марки 06ГБ С355 при капитальном ремонте ДП № 4 ПАО «МК «Азовсталь» является ее высокая сопротивляемость замедленному разрушению, образованию холодных и ламинарных трещин по сравнению с известными марками низколегированных сталей данного класса прочности, в том числе со сталью 09Г2С. Этот наиболее существенный фактор необходимо учесть при последующих ремонтных работах, связанных со сваркой в жестких контурах и с работой конструкционного материала в направлении Z (соединения в районе мораторного кольца, элементы лещадки, вставки и пр.).

#1511

К 55-летию отдела сварки ПАО «Турбоатом»

Сварочное производство ПАО «Турбоатом»

А. В. Вавилов, А. Г. Кантор, ПАО «Турбоатом» (Харьков)

В связи с развитием сварочного производства в СССР, согласно постановлению Совета народного хозяйства № 390 от 04.12.1959 г., было приказано организовать на Харьковском турбинном заводе отдел сварки. До этого руководство сварочными работами осуществлялось отдельным бюро сварочного производства и сварочной лабораторией в составе отдела главного технолога во главе с заместителем главного технолога по сварке. Для создания нового коллектива дирекцией завода было принято решение об организации Отдела главного сварщика Харьковского турбинного завода с 1 июля 1960 г. С этого момента Отдел главного сварщика начал свой трудовой путь, а вместе с ним и сварочное производство завода. С 1 января 2015 г. Отдел главного сварщика переименован в Отдел сварки.

1 июля 2015 г. исполнилось 55 лет отделу сварки ПАО «Турбоатом». С момента публикации статьи об истории создания и производственной деятельности отдела прошло пять лет («Сварщик» № 3–2010 г.) и, безусловно, для такого предприятия, как «Турбоатом», когда до 85% деталей и узлов в конечной продукции изготавливается с применением сварочных процессов, деятельность отдела сварки была насыщена производственными задачами с целью оптимальной организации и должного сопровождения сварочного производства.

Стоит отметить, что специфика выпускаемой заводом основной продукции (энергогенерирующие турбины для электростанций на органическом и ядерном топливе, гидроэлектростанций, а также газовые турбины), накладывает свой отпечаток на уровень организационных и техно-

логических задач в сварочном производстве.

Сварочное производство «Турбоатом» это:

- мощность сварочного производства — до 30 тыс. т. сварных конструкций в год;
- диапазон свариваемых толщин — от 0,25 до 270 мм.;
- вес единичной сварной конструкции до 200,0 т.;
- марки свариваемых сталей — от низкоуглеродистых перлитного класса до коррозионно-устойчивых аустенитного класса, включая углеродистые высокопрочные, теплоустойчивые, хромистые коррозионно-устойчивые и жаропрочные. Имеют место сварка и наплавка различных бронз, а так же никелевых, титановых и алюминиевых сплавов, ремонт деталей и отливок из чугуна;
- в подавляющем большинстве сварочные швы носят неорганизованный характер, имеют переменное по длине пространственное положение и трудно подлежат автоматизации;
- производство в т.ч. и продукции подведомственной нормативно-правовым актам по охране труда (НПАОТ), правилам и нормам в атомной энергетике (ПНАЭ), включая продукцию для Росатом и т.п.;
- доля сварных соединений, подвергаемых ультразвуковому контролю (УЗК) или радиографии составляет порядка 35 %;
- для обеспечения производства сварных конструкций применяется до десяти способов сварки и наплавки, а также процессы пайки и электродугового напыления. Перечень применяемых сварочных материалов составляет порядка 80 позиций.

Все это позволяет охарактеризовать сварочное производство завода и дать представление об уровне и объемах решаемых задач.

За прошедшие пять лет в сварочном производстве решались вопросы, как текущего



Рис. 1. Сертификат главному сварщику завода Вавилову А. В. вручает Президент НАНУ Б. Е. Патон

производства по выполнению утвержденных планов, так и разрабатывались мероприятия по развитию и модернизации производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия на рынке энергетики и энергомашиностроения в современных непростых экономических условиях.

К безусловным достижениям следует отнести тот факт, что в 2013 г. сварочное производство ПАО «Турбоатом», с привлечением международного НТЦ обеспечения качества и сертификации «ПАТОНСЕРТ» Института электросварки им. Е. О. Патона, было сертифицировано по международному стандарту ISO 3834-2 «Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов. Часть 2. Всестороннее требования к качеству» (рис. 1). Наличие сертификата на соответствие ISO 3834-2 дает предприятию солидные конкурентные преимущества, поскольку весомым аргументом для заказчиков является тот факт, что сварочные процессы выполняются в соответствии с требованиями международных стандартов.

За пятилетний период на заводе проведена масштабная работа по перевооружению сварочного производства. На закупку нового оборудования и модернизацию освоено порядка 16,5 млн грн.

В содружестве с ГП «Инженерный центр электронно-лучевой сварки» ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины изготовлена и успешно эксплуатируется установка электронно-лучевой сварки KL-183 с возможностью осуществления процесса в автоматическом режиме с использованием системы ЧПУ.

Модернизированы два сборочно-сварочных стенда сварки роторов. По заказу завода ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона изготовил и внедрил новые сварочные автоматы A1569, также управляемые системами ЧПУ.

Организованы и оснащены три новых сварочных участка для сварки крупногабаритных узлов с применением процессов SMAW и MIG-MAG.

Закуплено 88 единиц источников питания, полуавтоматов, универсальных установок (SMAW, TIG, MIG/MAG) и автоматов орбитальной сварки.

Прошедшая пятилетка отмечена и внедрением кардинально новых технологий в заготовительно-сварочном производстве.

Освоены процессы:

- правка биметаллических листовых заготовок (09Г2С + титан ВТ-1), изготовленных сваркой взрывом с обеспечением непрерывности зоны сплавления при гибке;
- плазменная резка листового проката из меди М1 толщиной 60 мм с последующей гибкой малым радиусом холодным деформированием;
- гибка конических и цилиндрических заготовок, исключая подгибку концов.

Впервые решалась задача по сварке трубок в трубных досках конденсаторов турбин, выполненных из титанового сплава. Для специалистов завода это была принципиально новая задача. В ходе освоения этой технологии решались специфические вопросы, связанные с обеспечением требуемых геометрии (включая гарантированное проплавление) и плотности сварочного шва, его цвета побежалости после сварки, а также разработке надежной технологии исправления выявленных дефектов в условиях ограниченного количества ремонтов (рис. 2).



Рис. 2. Орбитальная сварка титановых трубок в трубной доске конденсатора

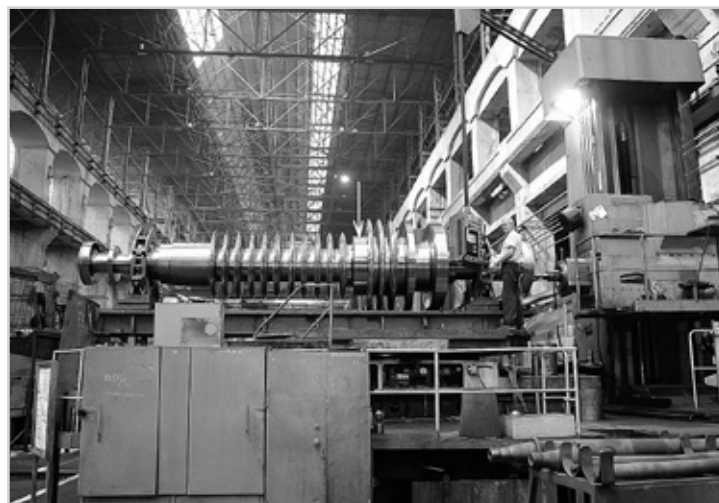


Рис. 3. Механическая обработка комбинированного ротора после сварки. Расположение сварного шва указано стрелкой



Рис. 4. Электродуговое напыление алюминием корпуса рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины



Рис. 5. Сварка радиально-осевого рабочего колеса гидротурбины

В тесном сотрудничестве с отделом № 5 ИЭС им. Е. О. Патона (руководитель Царюк А. К.) была проведена масштабная научно-исследовательская работа, разработана и внедрена технология автоматической сварки под флюсом комбинированных роторов паровых турбин. Принципиальная новизна заключается в том, что взамен конструкции не сварного ротора с насадными дисками (вал ротора из стали ЭИ-415, а диски низкотемпературной части ротора выполняются насадными из стали 25Х2НМФА) внедрена конструкция комбинированного ротора из свариваемых частей из вышеупомянутых сталей (рис. 3).

В результате обеспечено снижение расхода дорогостоящей высоколегированной стали ЭИ-415, сокращен цикл производства и повышена эксплуатационная надежность ротора.

Следует отметить, что тесное сотрудничество с ведущими научными организациями, такими как ИЭС им. Е. О. Патона, ХНУ «ХПИ» (Харьков) и другими, при разработ-

ке актуальных для завода тематик научно-исследовательских работ (НИР) является доброй традицией, приносящей весомый вклад в потенциал сварочного производства. За пять лет заводом в научно-исследовательские разработки вложено порядка 2,3 млн. грн.

Из приоритетных задач, стоящих в настоящее время перед отделом сварки ПАО «Турбоатом» следует выделить:

- разработать надежную технологию исправления дефектов литья из оловянистой бронзы, в т.ч. для окончательно обработанных деталей;
- исследовать и разработать технологию сварки комбинированных трубопроводов острого пара паровых турбин из сталей Р91+ПЗ с гарантированным обеспечением эксплуатационных характеристик сварных соединений, включая критерии жаростойкости;
- проведение опытных работ с целью разработки и освоения технологии аргодуговой сварки корня шва с гарантированным проваром при изготовлении роторов низкого давления тихоходных турбин;
- получить разрешения в органах Госназдорохрантруда на производство подведомственных конструкций применительно к сосудам под давлением. Необходимо разработать и аттестовать процессы сварки, получить допуск Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС) на аттестацию сварщиков и т.д.;
- обеспечение преемственности и повышения профессионального уровня молодых кадров отдела в нынешних условиях их дефицита. В последнее время в отделе поощряется практика, когда молодые специалисты проходят обучение навыкам практической сварки (способами ручной дуговой сварки, MIG-MAG и TIG) вплоть до получения удостоверений сварщика III разряда. Совершенно очевидно, что такой инженер-сварщик способен решать производственные задачи на более высоком уровне.

Ну и конечно основная задача Отдела сварки — обеспечить бесперебойный ход производства при выполнении всех поставленных задач. Отдел сварки к этому готов!

Газовая защита корня шва

О. В. Кузнецов, спец. по газовым технологиям ПАО «Линде Газ Украина»
(Днепропетровск)



ПАО «Линде Газ Украина», крупнейший в Украине производитель промышленных и медицинских газов, представляет компанию The Linde Group на украинском рынке. Накопив уникальный опыт, мы предлагаем своим клиентам комплексные решения по обеспечению их газами. Наши концепции и технические решения приносят ощутимые преимущества в металлообработке, сварке, резке, пайке и других технологических процессах.

ПАО «Линде Газ Украина» предлагает полный спектр газов и газовых смесей высокого качества, надежное и точное оборудование, комплексное и альтернативное газообеспечение производства, а также консультации квалифицированных специалистов.

При сварке нержавеющей стали сварной шов снаружи защищается от окисления защитным газом, который либо заполняет всю зону сварки (при использовании головок закрытого или «камерного типа»), либо подается в зону сварки из сопла сварочной горелки.

В любом случае, при формировании корневого шва, его внутренняя сторона остается незащищенной. Для ее защиты необходимо применение специальных мер.

Целью защиты корневого шва является, во-первых, предотвращение образования тускнеющего окисления и, во-вторых, обеспечение гарантии безопасности проплавления корня шва в среде защитного газа. Это достигается

путем удаления воздуха и, таким образом, кислорода из зоны сварки и замены его защитным газом (рис. 1).

Защитные газы, используемые для защиты корня шва, часто называют формовочными газами.

Основной областью применения технологии защиты корня шва является сварка нержавеющей стали.

Стойкость к коррозии нержавеющей стали зависит от образования тонкого слоя оксида хрома на поверхности материала, так называемого пассивационного слоя. Сварка или любая другая форма теплоподвода свыше 250 °C изменяет толщину и структуру этого оксидного слоя и таким образом влияет на его защитное действие.

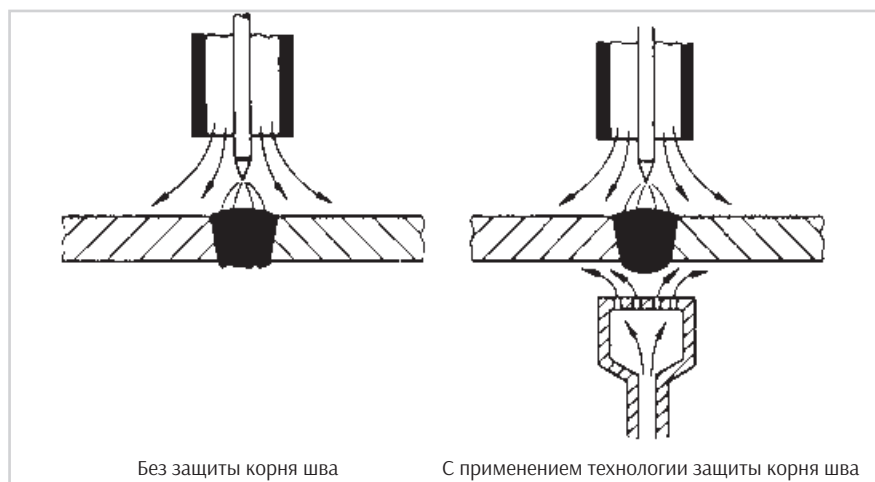


Рис. 1. Принцип защиты корня шва

Цвет теплового оттенка зависит от толщины образующегося оксидного слоя, а состав оксида зависит также от других факторов, таких как максимальная температура и время воздействия при определенной температуре на металл.

Свойства коррозии сварного шва непосредственно не зависят от оттенка цвета теплового воздействия, но, как правило, если цвет светло-желтоватый, то стойкость к коррозии будет хорошей, как и у основного металла.

На рис. 2 показано насколько сильно окисление может ухудшить формирование корня шва. Сварочный шов на правой стороне был сформирован должным образом, а с левой стороны корень шва не смог сформироваться нормальным из-за контакта с воздухом. Края заготовки не соединились из-за сильного окисления, это можно увидеть по черной линии в середине шва (рис. 2).

Технология защиты корня шва чаще всего используется при сварке нержавеющей сталей. Но есть и другие материалы, которые зависят от применения данной технологии, такие как титан или никелевые сплавы. Большинство высоколегированных сталей, особенно в ответственных конструкциях, должны быть сварены только тогда, когда обеспечена надлежащая защита корня шва.

Технология применения

Существует три метода продувки (подачи защитного газа для защиты корня шва):

- **«Замещение»** — при котором защитный газ, предназначенный для защиты корня шва, используется для вытеснения воздуха из области защиты корня шва;

- **«Разбавление»** — при котором защитный газ постепенно снижает остаточное содержание кислорода в шве;
- **«Эвакуация»** — при котором из области защиты корня шва сначала выкачивается (очищается) воздух, а затем полость заполняется защитным газом.

При выборе правильного защитного газа должны быть рассмотрены следующие аспекты:

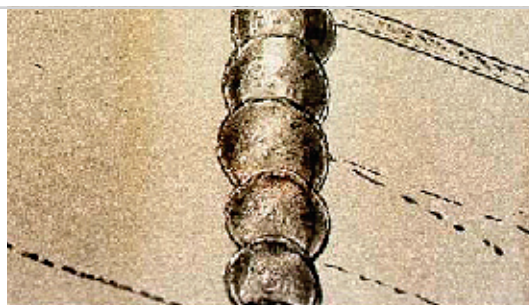
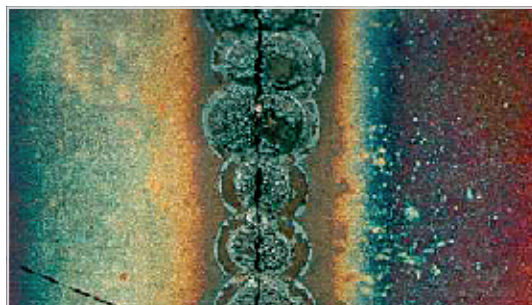
1. **Металлургические:** может ли материал быть поврежден защитным газом?
2. **Относительная плотность газа:** какой тип газа используется для продувки?
3. **Допустимость:** может ли защитный газ быть использован в качестве формирующего газа?

Ответ № 1. Сварка ферритных и феррито-аустенитных (дуплексных) нержавеющих сталей не может проводиться водородсодержащими газами из-за риска растрескивания шва.

Данное ограничение применяется к корневой защите аустенитных сталей (которые стабилизированы титаном, например EN 1.4571) с азотсодержащими формирующими газами. В этом случае титан в материале и азот в защитном газе объединяются с образованием нитрида титана, который остается на корне шва и вызывает заметное пожелтение. Это пожелтение легко отличить от потускнения, поскольку это происходит только на оплавленных участках поверхности шва.

Ответ № 2. В случае использования метода **«Замещение»**, смещения входа продувки в резервуаре для смесей азото-водородных (легче воздуха) долж-

Рис. 2. Вид сварочного шва без формовочного газа (слева) и с использованием формовочного газа (справа)



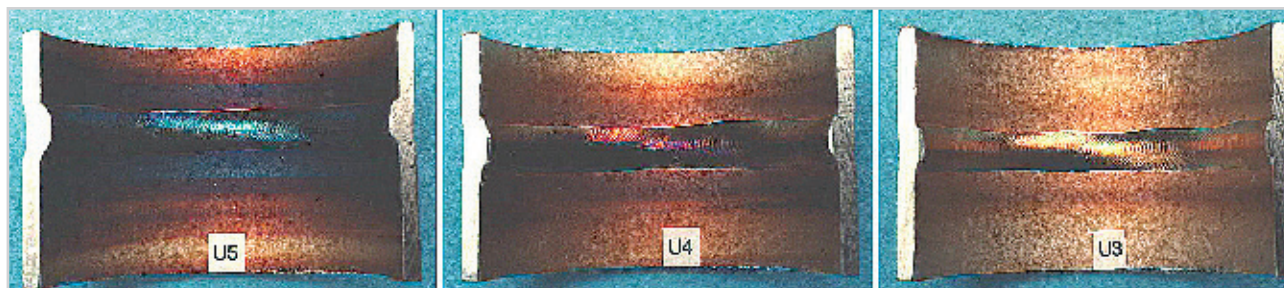


Рис. 3. Сварка с применением технологии защиты корня шва. Процесс TIG, материал EN 1.4306/AISI 304L (Хром-никелевая аустенитная нержавеющая сталь с низким содержанием углерода), труба диаметром 60,2 мм с толщиной стенки 3 мм, формовочный газ аргон с остаточным содержанием кислорода соответственно 120 vpm, 60 vpm, 30 vpm

ны происходить сверху, для аргоно-водородных смесей (тяжелее воздуха) — снизу.

Ответ № 3. Если аргоно-водородная смесь используется как защитный сварочный газ, он также может быть использован и как формовочный газ.

Одним из наиболее важных параметров для определения надлежащего времени продувки является остаточное содержание кислорода в зоне корня шва. Остаточное содержание кислорода около 50 VPM можно рассматривать как относительно низкое (рис. 3). Хотя этот параметр и является одним из важнейших для определения времени поддува формовочного газа, но он не является критерием для определения качества сварного шва, так как толщина потускнения зависит также от качества поверхности материала (его подготовки) и количества энергии, подводимой в сварочную ванну (зависит от сварочного тока и скорости сварки).

Существует множество различных сварочных геометрий и положений заготовок, что делает практически невозможным расчет точного времени продувки.

Можно выделить два основных правила, которыми нужно руководствоваться при выборе типа формовочного газа и времени его подачи:

1. Объем воздуха, который должен быть замещен формовочным газом, должен быть как можно меньше. Этого можно добиться с помощью использования специальных устройств (подкладки, пробки и т.д.), которые адап-

Таблица 1. Газы, применяемые для защиты корня шва

Защитный газ	Тип стали
Аргон	Все виды
Аргоно-водородные смеси	Аустенитные хромо-никелевые стали, никелевые и на основе никеля
Азото-водородные смеси	Стали, за исключением высокопрочных мелкозернистых сталей, аустенитные стали (которые не стабилизированы титаном)
Азот, азото-аргонные смеси	Аустенитные хромо-никелевые стали, дуплексные и супердуплексные

тированы специально под конкретный вид сварного соединения.

2. Формовочный газ должен подаваться медленно, по максимально широкой области и постепенно, чтобы избежать турбулентности с воздухом. Это особенно важно в случае перемещения продувки. Большой расход газа продувки не сокращает времени подачи формовочного газа.

Все перечисленные защитные и формовочные сварочные газовые смеси выпускаются компанией ПАО «Линде Газ Украина» и проходят полный лабораторный анализ перед отгрузкой потребителю.

● #1513

Публикуется на правах рекламы

ПАО «Линде Газ Украина»

г. Днепропетровск, ул. Кислородная, 1,
тел./факс: (0562) 35-12-28, (056) 790-03-33

Филиал в г. Киев: ул. Лебединская, 36,
тел./факс: (044) 507-23-69

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

www.linde.ua

XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2015

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
TECH**

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
ЛАБОРАТОРНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
TECH**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВТОР
TECH**

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



УКРЛИТЬЕ

Генеральный
информационный партнер:

**ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТ**

Технический партнер:

RentMedia

ufi
Approved
Event



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

24–27
НОЯБРЯ



☎ +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
Ⓜ "Левобережная"

Нагрев изложниц перед разливкой стали

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод»;

В. В. Капустин, ПАО «Энергомашспецсталь» (Краматорск)

Согласно технологическому процессу разливки жидкой стали в изложницы, они должны быть разогреты до температуры не ниже 110 °С, чтобы гарантировать отсутствие воды, наличие которой недопустимо на поверхности изложницы.

Ранее разогрев изложниц осуществлялся с помощью кольцевых газовоздушных горелок (рис. 1), которые вводились внутрь малых и средних изложниц, расположенных горизонтально, или устанавливались в нижней части крупных изложниц, расположенных вертикально. В обоих случаях стенки изложниц прогревались восходящими потоками продуктов горения смеси природного газа и воздуха, которые уже потеряли свою изначальную температуру. Коэффициент полезного действия (КПД) этих горелок низкий и, в условиях дефицита природного газа и его дороговизны, такой метод слабо удовлетворял требования производства.

На ПАО «Энергомашспецсталь» совместно со специалистами ООО «НИИПТмаш — Опытный завод», в рамках комплекса мероприятий по экономии природного газа, внедрили новую технологию разогрева изложниц. Она основана на использовании газовоздушных горелок с высоким КПД, у которых передача тепла в изложницу происходит в зоне максимальных температур факела горелки. Все изложницы завода были разбиты на пять групп, характеристики которых приведены в табл. 1. Диаметры слитков внутри каждой группы отличаются друг от друга не более чем на 90 мм. Для каждой группы слитков был разработан свой стенд разогрева, который оптимален именно для этой группы.



Рис. 1. Заводская горелка в работе

Эксперименты по нагреву изложниц с помощью горелок ГВ-ВК7 (аналог ГВ-ВК7-Г2), которые достаточно широко используются при других технических заданиях («Сварщик», № 5, 2011 г., с. 8–12), дали положительные результаты, но были выявлены следующие недостатки:

- большой вес (когда одновременно используется много горелок это существенно);
- неразборное исполнение корпуса горелки затрудняет уход за ней;
- для разогрева изложниц, мощности горелки недостаточно.

Разработанная для стендов нагрева изложниц газовоздушная горелка ГВ-ВК7-Г2 (рис. 2), учитывает недостатки аналога (ГВ-ВК7). Она в 2 раза легче, в 1,8 раза мощнее и выполнена в разборном варианте, что облегчает ее обслуживание (табл. 2).

Для оптимизации транспортных операций нагрев изложниц целесообразно производить в их горизонтальном положении несколькими горелками, которые расположены внутри изложницы в нескольких плоскостях, перпендикулярных продольной оси изложницы. В каждой плоскости го-

Таблица 1. Характеристики изложниц

№ группы слитков	Масса, т	Приведенные параметры слитков, мм			Оборудование для нагрева изложниц
		диаметр донной части	диаметр головной части	длина	
1	3,6-7,2	685	780	1450	*
2	8,4-14,5	920	1090	1590	стенд СНИ-2
3	16,1-28	1110	1310	2060	*
4	32,7-45,8	1420	1650	2250	*
5	50,0-66,5	1670	1980	2300	стенд СНИ-5
* — оборудование находится на стадии проектирования					

Таблица 2. Технические характеристики горелок ГВ-ВК7-Г2 и ГВ-ВК7 (аналог)

Параметры	ГВ-ВК7-Г2	ГВ-ВК7 (аналог)
Давление природного газа в магистрали, МПа	0,06–0,12	0,04–0,09
Давление природного газа перед горелкой, МПа	0,04–0,08	0,03–0,07
Расход природного газа, м³/ч	8,2–10,8	4,4–5,6
Давление сжатого воздуха в магистрали, МПа	0,2–0,6	0,2–0,4
Расход сжатого воздуха, м³/ч	100–130	50–70
Масса горелки, кг	0,7	1,4

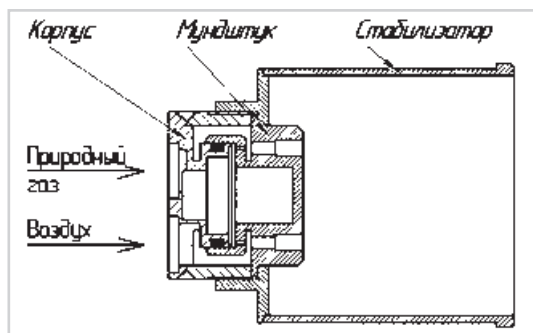


Рис. 2. Газовоздушная горелка ГВ-ВК7-Г2, разработанная для стенов нагрева изложниц

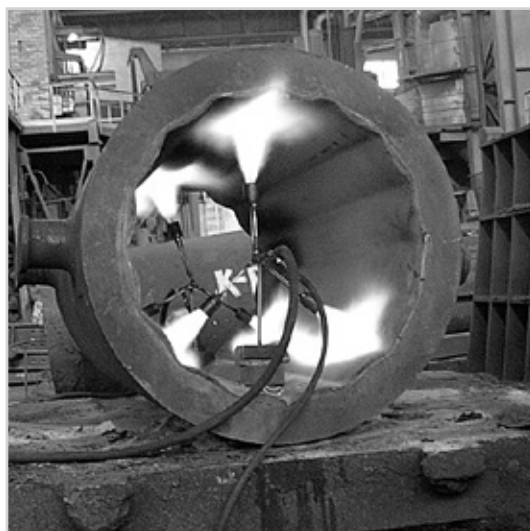


Рис. 3. Экспериментальная установка для определения количества горелок и мест их расположения для каждой из 5-ти групп изложниц

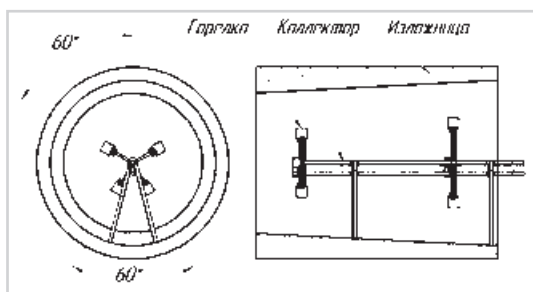


Рис. 4. Стенд нагрева изложниц СНИ-2 для 2-й группы слитков

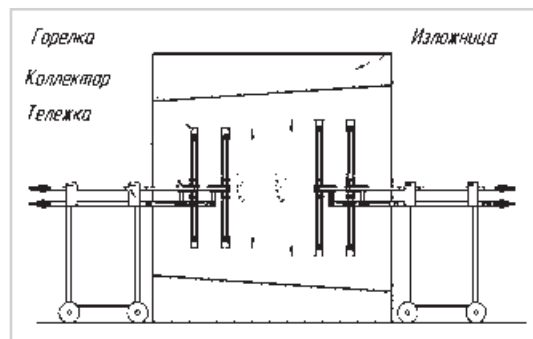


Рис. 5. Стенд нагрева изложниц СНИ-5 для 5-й группы слитков

релки должны быть расположены по периметру изложницы неравномерно, так как верхняя ее часть нагревается быстрее. Расстояние между горелками и внутренней поверхностью изложницы должно находиться в пределах 250 ± 45 мм (зона максимальных температур факела горелки).

Расчет количества горелок и мест их расположения внутри изложницы производилось экспериментально для каждой из 5 групп изложниц. Для этого были собраны две независимые установки из трех горелок каждая, позволяющие позиционировать горелки внутри изложницы с возможностью их переустановки по оси и с возможностью изменения углов между горелками (рис. 3). Температуры на внешней поверхности изложницы в процессе нагрева и на внутренней поверхности изложницы после нагрева измерялась оптическим пирометром. По результатам экспериментов было выбрано оптимальное количество горелок и их расположение в пространстве для всех 5-ти групп изложниц, причем для 2-й и 5-й групп стенов для нагрева уже разработаны и внедрены, а для остальных групп изложниц они находятся на стадии проектирования.

Для 2-й группы слитков, стенд нагрева СНИ-2 (табл. 1 и рис. 4) состоит из 8 горелок ГВ-ВК7-Г2, расположенных в двух плоскостях, перпендикулярных продольной оси изложницы, на расстоянии 400 мм от ее краев, по 4 горелки в каждой плоскости. Угол между 2-мя верхними горелками равен 120° , угол между 2-мя нижними горелками составляет 60° . Такое расположение горелок на стенде обеспечивает равномерное распределение температур по поперечному сечению изложницы при ее нагреве.

Общий вес стенда не превышает 17 кг и он устанавливается в рабочее положение вручную.

Для 5-й группы слитков стенд нагрева изложниц СНИ-5 (табл. 1 и рис. 5), включает в себя две независимые тележки, на которых установлены по одному коллектору с 12-ю горелками ГВ-ВК7-Г2 на каждом, причем горелки на каждом коллекторе расположены в двух плоскостях по 6 штук на расстоянии 400 мм друг от друга. Углы между горелками в каждой плоскости выбраны экспериментально и гарантируют равномерное распределение температуры по периметру изложницы.

Коллекторы с горелками вводятся внутрь изложницы с двух сторон с помощью тележек. Расстояние между краями изложниц и горелками по 400 мм с каждой стороны.

При нагреве штатной изложницы под слиток массой 63 т на стенде СНИ-5 были произведены замеры температур по длине изложницы в нижней, средней и верхней ее части. На основании прямых замеров были построены графики распределения температур на внутренней поверхности изложницы при ее нагреве на стенде (рис. 6).

Линии А, В, С и Д на графике (рис. 6) определяют положение плоскостей, перпендикулярных продольной оси изложницы, на которых размещены горелки ГВ-ВК7-Г2, по 6 горелок на каждой плоскости. Кривая 1 показывает распределение температур по длине изложницы в нижней ее части в момент окончания нагрева. Кривая 2 — распределение температур по длине изложницы на внутренней ее поверхности сбоку. Кривая 3 — распределение температур по длине изложницы в верхней ее части.

Анализ кривых на графике (рис. 6) позволил сделать вывод, что нагрев внутренней поверхности изложницы под слиток 63 т на стенде СНИ-5 гарантирует качественный прогрев всей рабочей поверхности изложницы до температуры выше 110 °С при минимальных затратах энергоносителей и в минимальные сроки.

На рис. 7 видно, что все 24 горелки ГВ-ВК7-Г2 находятся на одинаковом расстоянии от внутренней поверхности изложницы в зоне факелов с максимальной температурой, что обеспечивает максимальную передачу тепла в изделие, а пятна нагрева каждой горелки равномерно распределены по внутренней поверхности изложницы. Это говорит о том, что большая часть тепла, полученная при горении природного газа в смеси с воздухом, используется на нагрев изложницы. При этом потери тепла минимальны.

В табл. 3 приведены исходные данные для расчета эффективности нагрева изложницы под слитки 14,6 т и 63 т на стендах СНИ-2 и СНИ-5 по сравнению с заводской горелкой.

Из табл. 3 видно, что при нагреве одной изложницы под слиток массой 14,6 т на стенде СНИ-2 расходуется природно-

Таблица 3. Исходные данные для расчета эффективности нагрева изложницы под слитки 14,6 т и 63 т на стендах СНИ-2 и СНИ-5 по сравнению с заводской горелкой

Изложница под слиток, т	Параметр	Заводская горелка	Стенд СНИ-2	Стенд СНИ-5
14,6	Расход природного газа, м ³ /ч	220	86	—
	Время нагрева изложницы, ч	0,4	0,6	—
	Количество природного газа в расчете на 1 изложницу, м ³	88	51,6	—
63,0	Расход природного газа, м ³ /ч	220	—	200
	Время нагрева изложницы, ч	1,7	—	1,1
	Количество природного газа в расчете на 1 изложницу, м ³	374	—	220

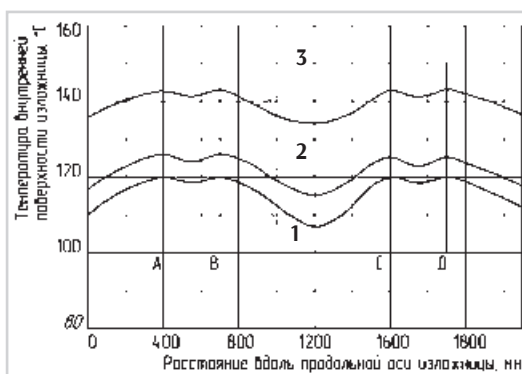


Рис. 6. Распределение температур на внутренней поверхности изложницы при ее нагреве на стенде СНИ-5



Рис. 7. Стенд для нагрева изложниц пятой группы слитков

го газа в 1,7 раза меньше, чем при нагреве этой изложницы старой заводской горелкой. При нагреве одной изложницы под слиток массой 63 т на стенде СНИ-5 расходуется природного газа также в 1,7 раза меньше, чем при нагреве этой изложницы заводской горелкой по существующей старой технологии.

● #1514

Тенденции развития мирового и украинского рынков сварочной техники

О. К. Маковецкая, канд. экон. наук, С. В. Пустовойт, канд. техн. наук,
В. С. Петрук, Н. С. Бровченко, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ

Сварка является одной из базовых технологий индустриальной экономики. С ее помощью создается значительная доля валового внутреннего продукта (ВВП) промышленно развитых стран. Для таких стран характерно устойчивое развитие сварочного производства, которое определяется ростом потребления конструкционных материалов, появлением на рынке новых материалов, технологий и оборудования для сварки. Представлена систематизированная экономико-статистическая информация о состоянии и развитии мирового и украинского рынков сварочного производства. В статье приведены натуральные и стоимостные показатели объемов производства, экспорта и импорта сварочного оборудования и материалов в Украине.

Сварка, как основная технология соединения материалов, является неотъемлемой составляющей промышленного сектора экономики, интегрированной в производственный процесс базовых отраслей промышленности, ключевой технологией для выпуска продукции в металлообрабатывающих отраслях промышленности и строительстве. Ее вклад в создание валового внутреннего продукта (ВВП) промышленно развитых стран составляет от 40 до 60 %.

В настоящее время сварочное производство — это самостоятельный технологический сектор, имеющий межатраслевой характер и являющийся одним из научно- и инженероёмких составляющих мировой и национальных экономик.

Сварочное производство, в нашем понимании, включает в себя научную составляющую, производство современных сварочных материалов и оборудования (сварочной техники), систему подготовки инженерных и рабочих кадров, а также производство сварных конструкций и другой продукции, при изготовлении которой сварка и родственные ей процессы являются безальтернативными техноло-

гиями. Устойчивое и эффективное развитие сварочного производства в промышленно развитых странах базируется на использовании результатов фундаментальных и прикладных исследований, высоком научно-инженерном потенциале, квалифицированных трудовых ресурсах и активном применении новых сварочных технологий и других инноваций.

Мировой рынок сварочной техники. Производство сварочной техники является одним из основных компонентов сварочного производства. Благодаря широкому применению технологий сварки и наплавки в различных отраслях промышленности и строительстве (рис. 1), объёмы выпуска сварочной техники и ее потребления растут (рис. 2), несмотря на кратковременные спады в периоды кризисных явлений в мировой экономике и на отдельных региональных рынках.

Стоимостный объём рынка сварочной техники, основными секторами которого являются сварочные материалы и оборудование для сварки и наплавки, согласно оценке ведущих аналитических компаний BCC Research и Transparency Market Research, в 2014 г. составил 19,3 млрд. долл. США и к 2020 г. достигнет 25 млрд. долл. США, при этом его ежегодный рост в 2015–2019 гг. ожидается на уровне 4,5–5,3 % [1, 2]. Данные о динамике стоимостного объёма мирового рынка сварочной техники и его структуре в 2010–2012 гг. и прогнозе развития до 2017 г. приведены на рис. 3 [3].

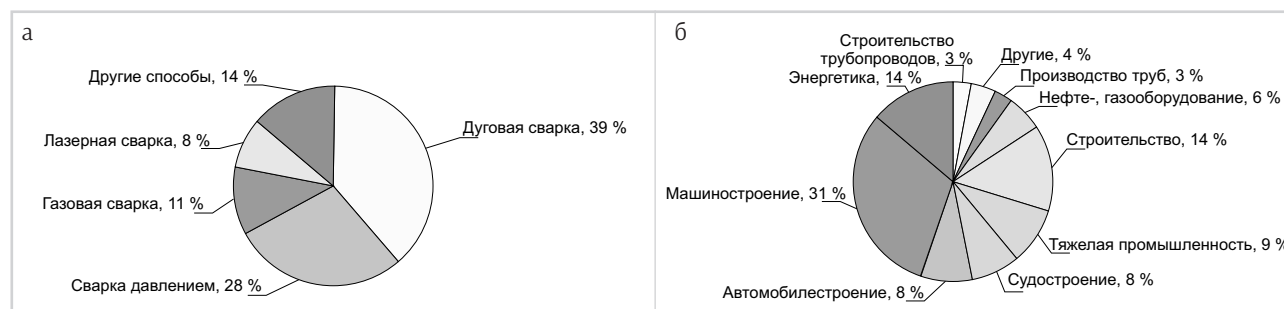


Рис. 1. Структура мирового сварочного рынка по видам сварки (а) и отраслям промышленности (б)

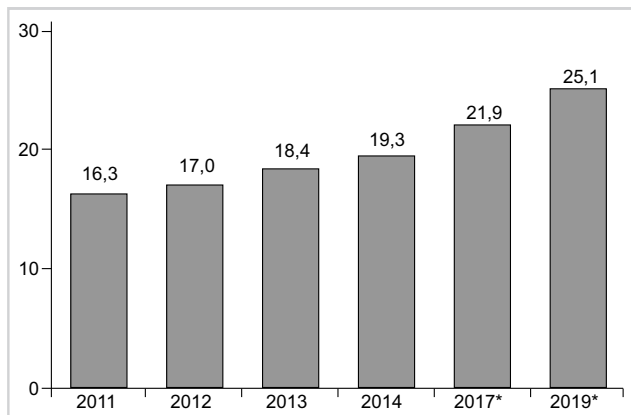


Рис. 2. Динамика роста мирового рынка сварочной техники в 2011–2019 гг., млрд. долл. США (* – прогноз)



Рис. 3. Динамика и структура мирового рынка сварочной техники в 2010–2017 гг., млрд. долл. США (* – прогноз)

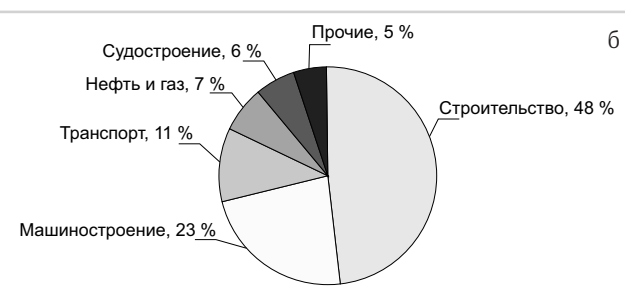


Рис. 4. Распределение мирового объема потребления стали по регионам (а) и по отраслям промышленности (б) в 2012 г., %

Основанием для такого прогноза являются данные о динамике производства и потребления в мире стали — основного конструкционного материала (доля которой составляет 93–95%) при изготовлении сварных конструкций. На алюминий, титан и другие цветные металлы и пластмассы суммарно приходится 5–7%. Распределение мирового объема потребления стали по регионам и по отраслям промышленности показано на рис. 4.

Развитие индустрии производства стали является одним из главнейших факторов, определяющих состояние и динамику развития сварочного производства не только сегодня, но и в обозримом будущем. По оценкам экспертов World Steel Association и Международного института чугуна и стали (IISI) к 2025 г. спрос на стальной металлопрокат увеличится до 2,5 млрд. т в год (рис. 5). Можно ожидать, что к 2025 г. соответственно вырастут и объемы выпуска оборудования для сварки и потребления сварочных материалов (до 11 млн. т).

Приведенная выше информация о состоянии и перспективах развития индустрии производства стали позволяет утверждать, что объемы сварочного производства в обозримом будущем будут расти и, соответственно, будет расти рынок сварочной техники.

Сварочные материалы являются одним из основных сегментов рынка сварочной техники. В 2013 г. стоимостный объем рынка сварочных материалов достиг уровня 8,75 млрд. долл. США, что составляет более половины всего мирового



Рис. 5. Мировое потребление металлопроката, сварочных материалов и наплавленного металла

рынка сварочной техники. Структура и динамика развития мирового рынка сварочных материалов в 2010 и 2017 гг., согласно оценке Frost & Sullivan, приведена на рис. 6.

Данные о доле ручной дуговой сварки в мире в процентах по наплавленному металлу (рис. 7) и структуре способов дуговой сварки (табл. 1) свидетельствуют о широком внедрении в промышленно развитых странах механизированной и автоматической дуговой сварки в защитных газах, в том числе и с использованием порошковой проволоки [4]. Лидерами в использовании сварки в защитных газах являются страны ЕС (63,9%), США (61,4%), Тайвань (54,8%) и Япония (49,5%), а сварки с применением порошковой проволоки — Южная Корея (40%), Япония (35,9%) и США (22,1%). На долю

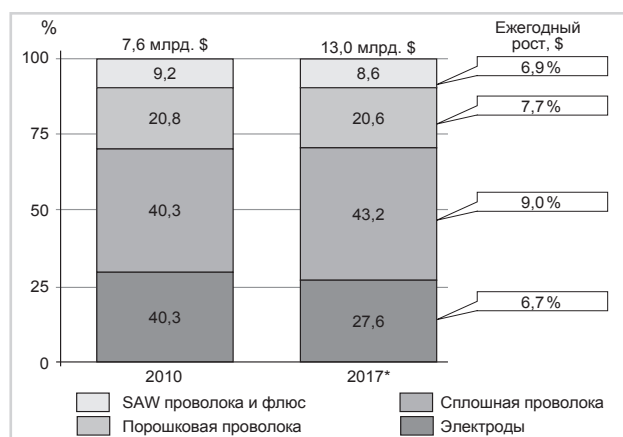


Рис. 6. Структура и динамика развития мирового рынка сварочных материалов в разрезе основных продуктовых сегментов (* — прогноз)

Таблица 1. Технологическая структура способов дуговой сварки в мире (в % по наплавленному металлу)

Страна	Способ сварки	Годы						
		1965	1975	1985	1995	2000	2005	2012*
Западная Европа	- РДС	74	58	34	18	15	12	8,9
	- CO ₂		31	56	70	71	75	63,9
	- ПП		2	3	6	6,5	6,5	19,1
	- АФ		9	7	6	7,5	6,5	8,1
США	- РДС	71	53	42	25	19,5	15	10,3
	- CO ₂		25	38	54	54	58,5	61,4
	- ПП		13	13	19	19	19,5	22,1
	- АФ		9	7	7	7,5	7	6,2
Япония	- РДС	85	67	44	22	14	12	7,3
	- CO ₂		20	39	52	54	54,5	49,5
	- ПП		1	11	25	25	27	35,9
	- АФ		9	10	7	7	6,5	7,3
Украина	- РДС	65,6	52,4	44,9	65,1	66,6	64,8	48,9
	- CO ₂	9,5	23,7	35	26,5	23,3	16,1	32,5
	- ПП	0,5	3,2	3,4	0,9	0,5	3,2	1,4
	- АФ	27	20,7	16,7	7,5	9,6	15,9	17,2

Примечание: * — данные «The Japan Welding News For The World» и ИЭС им. Е.О. Патона

Таблица 2. Сварочное производство Украины

Показатель	Количество
Предприятия — производители сварных конструкций (имеющие 5 и более сварщиков), ед.	около 2000*
Предприятия — изготовители оборудования, ед.	39
Предприятия — изготовители материалов, в т.ч. сертифицированных (УкрСЕПРО), ед.	64 33
Система подготовки кадров, ед.: — Вузы — Техникумы — Профтехучилища	17 17 487
Количество занятых, тыс. чел.: — Рабочих сварочных специальностей — ИТР	около 80* более 5*

* — оценка

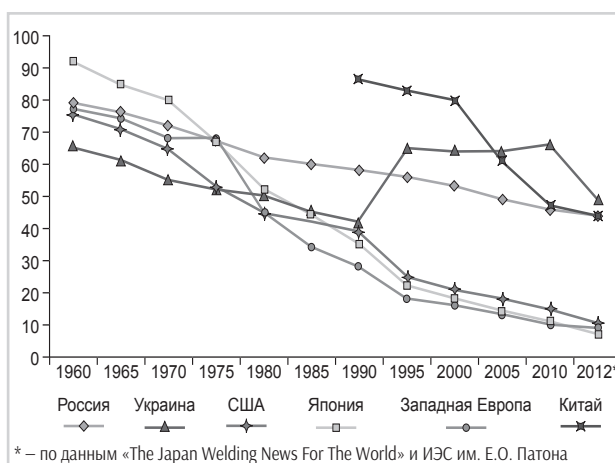


Рис. 7. Доля ручной дуговой сварки в мире (в % по наплавленному металлу)

ручной дуговой сварки (РДС) в Японии приходится 7,3%, в ЕС — 8,9%, в Южной Корее — 9,6% и в Северной Америке (США, Канада) — 10,3%. В 1990 г. использование РДС в этих же странах составляло 35–45%. В целом по миру доля РДС постоянно снижается и в 2012 г. составляла 33,7%, в основном за счет Индии (45%), Китая (43,7%), стран СНГ (44%) и остальных, в которых ее доля составляет 22–52%.

В соответствии с этими данными на рынке промышленно развитых стран более востребованным является сварочное оборудование для механизированной и автоматической дуговой сварки в защитных газах, в том числе и с использованием порошковой проволоки. Внедрение лазерной и гибридной лазерной сварки в передовых странах способствует росту спроса на дорогостоящее оборудование для этих способов сварки и, соответственно, созданию новых производственных мощностей для его выпуска.

Украинский рынок сварочной техники. Для сварочного производства Украины (табл. 2) характерно достаточно высокое развитие сварочной науки, наличие на большинстве предприятий современных линий по производству сварочной техники (оборудования и материалов), системы подготовки инженерных и рабочих кадров, а также производств по изготовлению широкой номенклатуры сварных конструкций и другой продукции, в которых сварка и родственные ей процессы являются основными технологиями.

Региональная структура сварочного производства Украины представлена в табл. 3 [5]. Наибольшее количество предприятий сосредоточено в Донецко-Приднепровском регионе. Они выпускают 57% сварных конструкций, производимых в Украине, а в их производстве задействовано почти 45% ИТР и 44% рабочих. В этом регионе функционируют 23,5% вузов III–IV и 53% вузов I–II уровня

Таблица 3. Региональная структура сварочного производства Украины, %

Регион	Кол-во предприятий	Выпуск СК	ИТР	Рабочие	Вуз III-IV у. а.*	Вуз I-II у. а.
Центральный ¹	22,4	14,1	11,4	16,8	23,5	17,6
Донецко-Приднепровский ²	34,4	57,0	44,9	43,5	23,5	64,7
Восточный ³	12,5	9,7	24,0	14,7	5,9	11,8
Южный ⁴	10,6	8,0	8,3	9,5	17,7	5,9
Западный ⁵	20,1	11,2	11,4	15,5	29,4	0
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* у. а. — уровень аккредитации

Примечания: 1 — г. Киев, Киевская, Черниговская, Черкасская, Кировоградская, Житомирская обл.

2 — Донецкая, Днепропетровская, Луганская, Запорожская обл.

3 — Харьковская, Сумская, Полтавская обл.

4 — Николаевская, Одесская, Херсонская обл., Республика Крым.

5 — Винницкая, Волынская, Закарпатская, Ивано-Франковская, Львовская, Ровенская, Тернопольская, Хмельницкая, Черновицкая обл.

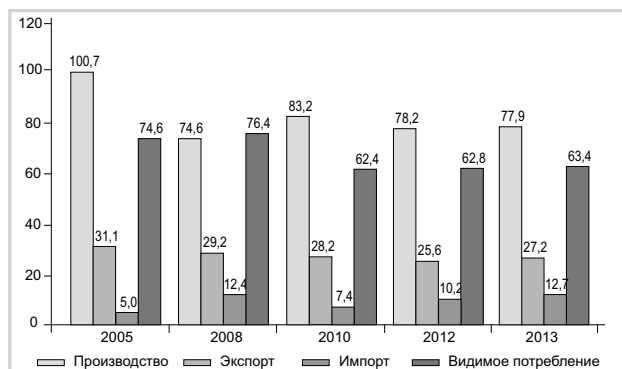


Рис. 8. Украинский рынок сварочных материалов, тыс. т

Таблица 4. Структура производства и потребления в Украине сварочных материалов, тыс. т

Год	Показатель	Всего	Проволока сварочная, обычная	Проволока сварочная, легированная	Порошковая проволока	Электроды сварочные	Флюсы сварочные
2011	Производство	86,7	8,7	11,5	1,6	43,0	25,1
	Экспорт	28,1	—	2,2	0,6	8,1	17,2
	Импорт	10,8	—	6,4	0,6	1,1	2,7
	Видимое потребление	69,4	8,7	15,7	1,6	36,0	10,6
2012	Производство	78,2	7,7	10,0	2,7	38,6	21,7
	Экспорт	25,6	—	2,3	0,6	7,0	15,7
	Импорт	10,2	—	7,0	0,5	1,2	1,5
	Видимое потребление	62,8	7,7	14,7	2,6	32,8	7,5
2013	Производство	77,9	7,5	10,0	2,6	40,4	19,8
	Экспорт	27,2	—	1,6	0,3	10,5	13,9
	Импорт	12,7	—	8,6	0,5	1,4	1,6
	Видимое потребление	63,4	7,5	17,0	2,8	31,3	7,5

аккредитации (у. а.), которые готовят инженерно-технические кадры для сварочного производства.

Сварочные материалы являются основным сегментом украинского рынка сварочного производства. На рис. 8 и в табл. 4 представлена динамика выпуска сварочных материалов в Украине, их экспорта и импорта. Экспорт составляет до 1/3 объема производства, а видимое потребление сварочных материалов внутри страны в 2010–2013 гг. находилось на уровне 63 тыс. т. С 2011 г. по 2013 г. потребление сварочных материалов сократилось. Основную долю импорта составляет сплошная легированная проволока, а основную долю экспорта — плавные флюсы.

На рис. 9 приведены восемь основных украинских производителей сварочных материалов, доля которых в годовом выпуске сварочных материалов в 2013 г. составила почти 96%. На долю остальных, более мелких производителей приходится 4%. В докризисные годы их доля на рынке была выше 9%. Это свидетельствует о том, что мелким производителям далеко не всегда удается выжить и процесс концентрации производства сварочных материалов продолжается.

В структуре выпуска сварочных материалов (рис. 10) почти половину занимает производство сварочных электродов (по сравнению с 1990 г. их доля выросла почти на 20%), около 30% приходится на сварочные флюсы. По сравнению с 1990 г. существенно сократился выпуск сварочной легированной проволоки.

Наличие данных о структуре и объемах потребления сварочных материалов позволяет определить по наплавленному металлу долю каждого из основных способов дуговой сварки (рис. 11). В Украине в 60-х — 80-х годах уровень механизации дуговой сварки был сопоставим с передовыми странами. В 1990–1995 гг. доля ручной сварки увеличилась до 65,1% и в дальнейшем медленно снижалась до 49,7% в 2012 г. По этому показателю Украина существенно уступает аналогичному показателю промышленно развитых стран.

Производство сварочных материалов в Украине ориентировано на потребление их как внутри

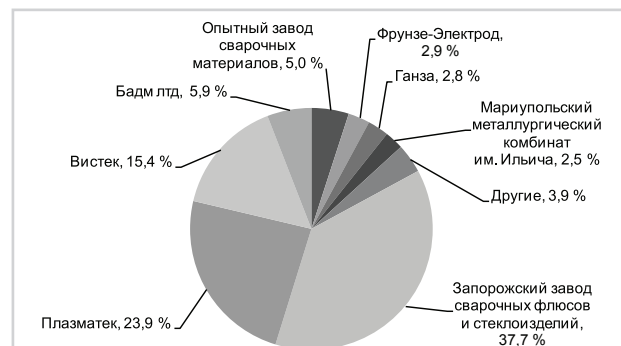


Рис. 9. Основные производители сварочных материалов в Украине

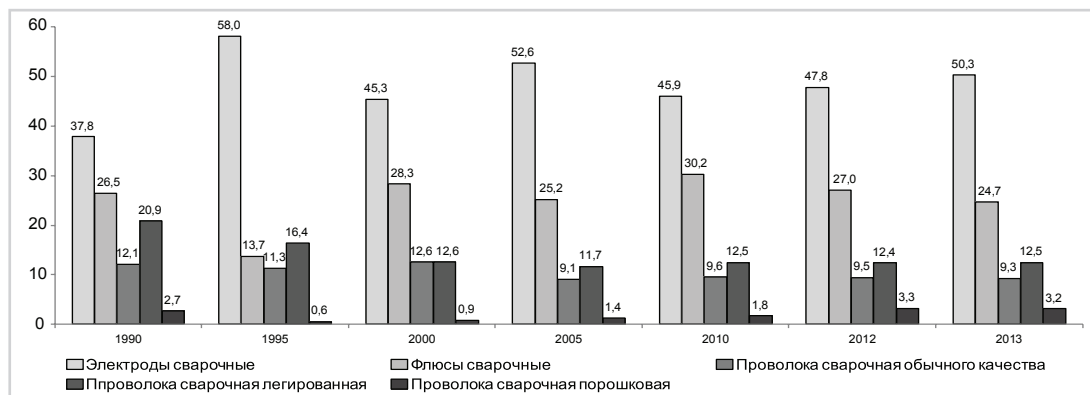


Рис. 10. Структура выпуска сварочных материалов, %

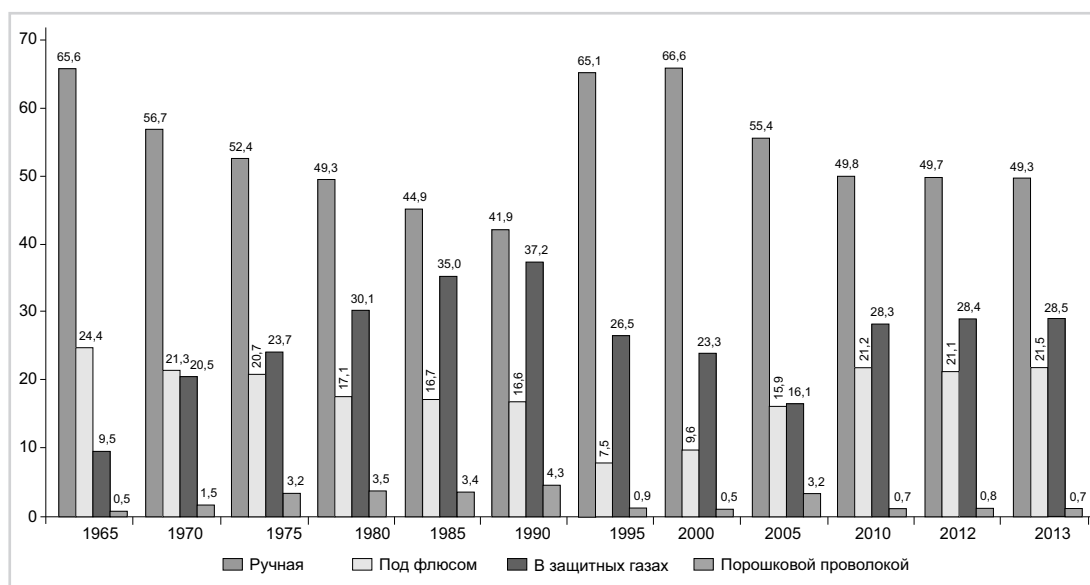


Рис. 11. Технологическая структура способов дуговой сварки в Украине (в % по наплавленному металлу)

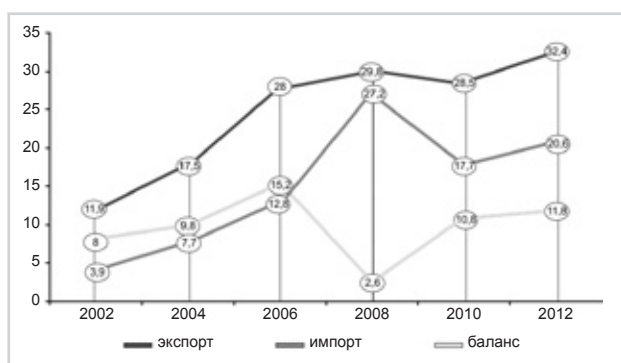


Рис. 12. Внешнеторговый баланс Украины по сварочным материалам, млн. долл. США

страны в разных отраслях промышленности, так и на поставку на зарубежные рынки. Доля экспорта в украинском рынке сварочных материалов составляет почти 30% от объема их производства, при этом импорт не превышает экспортных поставок. Такое соотношение экспорта и импорта обеспечивает в целом положительный внешнеторговый баланс по сварочным материалам (рис. 12) [6].

В последние годы украинские производители сварочных материалов в борьбе за потребителя

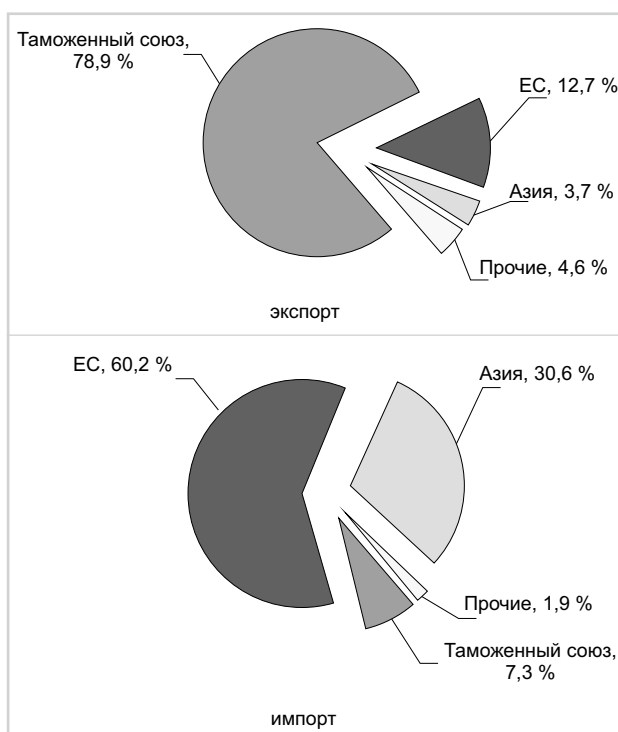


Рис. 13. География экспорта и импорта сварочных материалов (2012 г.)

ощущают жесткую конкуренцию со стороны импортеров, которая обострилась после вхождения Украины в ВТО и открытия внутреннего рынка. Динамика роста импорта сварочных материалов в Украине с 2002 по 2012 г. (с 3,9 до 27 млн. \$) превышает динамику экспорта за этот период (с 11,9 до 29,8 млн. \$). Рост импорта вызвал снижение положительного внешнеторгового баланса до 2,6 млн. \$. Финансовый кризис 2008 г. ослабил позиции импортеров (вследствие роста курса доллара к гривне), что способствовало снижению объемов импорта сварочных материалов. По мере преодоления кризисных явлений в экономике возобновилась тенденция роста доли импорта во внешнеторговом балансе Украины.

Внешнеторговая деятельность по основным региональным объединениям на рынке сварочных материалов в 2012 г. представлена на рис. 13.

По итогам 2012 г. 75% объемов экспорта сварочных материалов Украины приходится на страны Таможенного союза (в основном Россия, Беларусь и Казахстан) и только 12,7% — на страны ЕС. При этом в импорте сварочных материалов наблюдается противоположная ситуация — 60,2% объемов составляют поставки из стран ЕС, а 7,3% — из стран Таможенного союза. В структуре импорта весома также доля поставок из стран Азии — 30% (в основном Китая). Такое соотношение экспорта и импорта по основным регионам характерно для всех

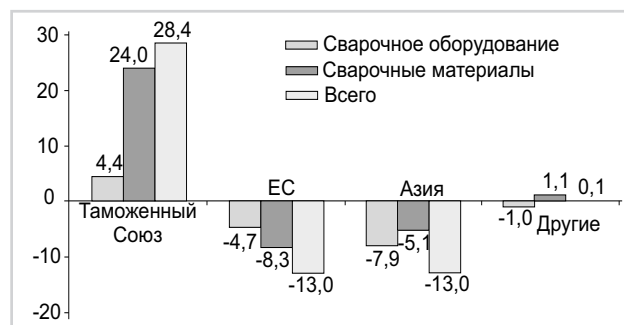


Рис. 14. Внешнеторговый баланс по группам товаров сварочной техники Украины по основным региональным объединениям в 2012 г., млн. долл. США

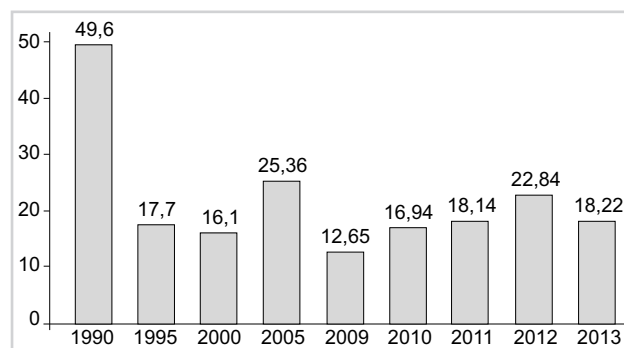


Рис. 15. Динамика производства электросварочного оборудования, тыс. ед.

исследуемых периодов. Аналогичная ситуация наблюдается и по внешнеторговым операциям по группе товаров сварочного оборудования.

Внешнеторговый баланс по группам товаров сварочной техники в 2012 г. представлен на рис. 14.

В Украине насчитывается 39 предприятий — изготовителей сварочного оборудования, которые суммарно производят до 20 тыс. единиц оборудования в год (рис. 15 и 16). В структуре производства сварочного оборудования преобладают источники питания, а также автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки (рис. 17).

Внешнеторговый баланс по сварочному оборудованию представлен в табл. 5. С 2007 г. преобладают импортные операции. Наибольшее отрицательное сальдо, достигшее уровня 17,7 млн. \$, наблюдалось в 2008 г. На страны Таможенного союза и СНГ приходится основная доля экспорта оборудования для сварки, а импорт поступает в основном из стран Европейского союза (рис. 18).

С 2008 г. существенно увеличились и затем ежегодно росли объемы поставок сварочного оборудования из Китая. В 2013 г. они достигли уровня 15 млн. \$ США (рис. 19). Экспорт же украинского электросварочного оборудования даже в благоприятный 2011 г. составил всего 3,7 млн. \$ США.

В 2009–2013 гг. внешнеторговый баланс Украины по группам товаров рынка сварочной техники



Рис. 16. Динамика и структура производства электросварочного оборудования в 2000–2013 гг., тыс. ед.

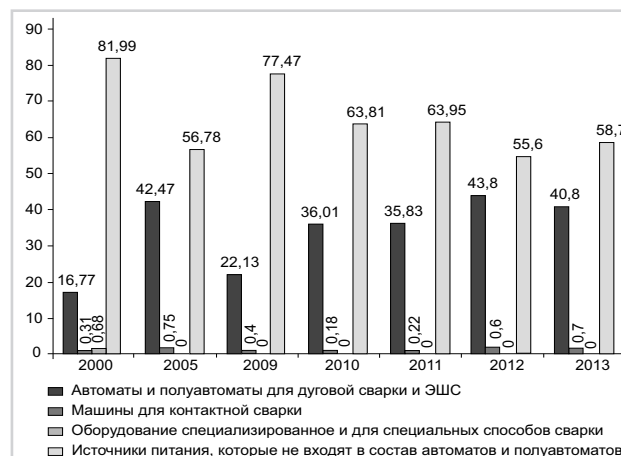


Рис. 17. Структура выпуска электросварочного оборудования, %

положительный только за счет значительного экспорта сварочных материалов (рис. 20).

Суммируя все вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

- Сварка является базовой технологией во многих отраслях промышленности и в строительстве. Динамика мирового производства и потребления конструкционных материалов позволяет сделать прогноз об увеличении объемов мирового сварочного производства в ближайшем будущем, невзирая на временные кри-

Таблица 5. Внешнеторговый баланс по сварочному оборудованию, млн. \$

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Экспорт	19,6	24,7	23,9	25,0	13,6	13,0	30,0	23,1	13,0
Импорт	9,5	24,4	32,3	42,7	8,0	17,0	30,1	32,9	17,6
Внешнеторговый баланс по сварочному оборудованию	10,1	0,3	-8,4	-17,7	5,6	-4,6	-0,1	-9,8	-4,6

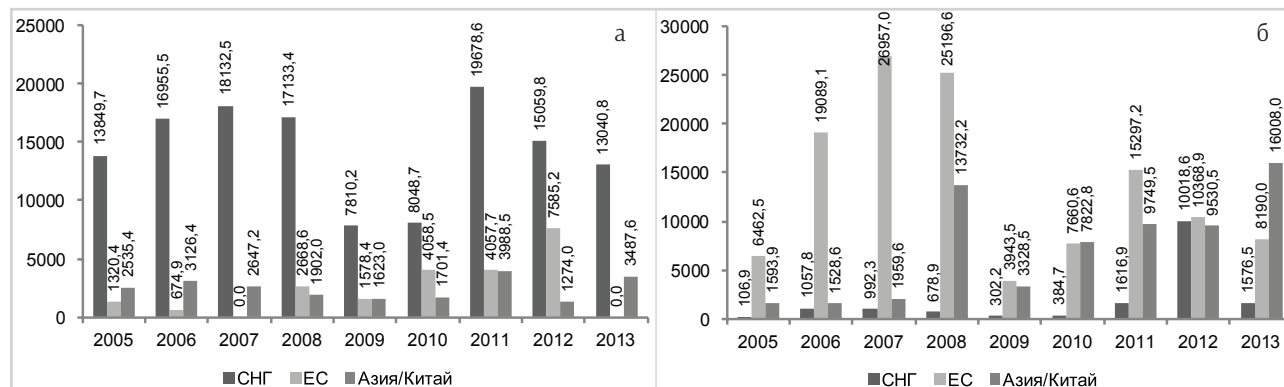


Рис. 18. Динамика экспортных (а) и импортных (б) операций по группе товаров сварочного оборудования по основным региональным объединениям, тыс. долл. США

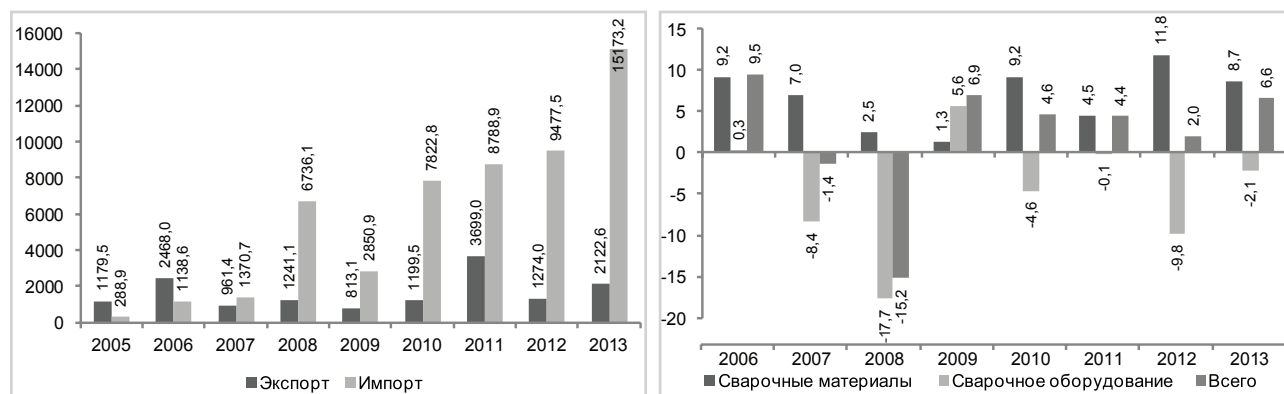


Рис. 19. Динамика экспортных и импортных операций с Китаем по группам сварочного оборудования, тыс. долл. США

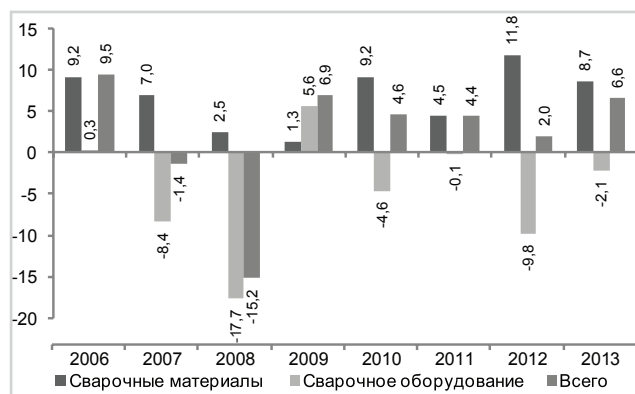


Рис. 20. Внешнеторговый баланс по группам товаров сварочной техники Украины, млн. долл. США

зисные явления в экономике отдельных стран и регионов, спрос на сварочные материалы будет увеличиваться.

- Анализ мирового и региональных рынков сварочной техники показал, что в мире наблюдается устойчивый рост применения механизированной и автоматической дуговой сварки в защитных газах и с использованием порошковой проволоки, увеличение производства сварочной техники, за счет ввода новых производственных мощностей, для удовлетворения повышающегося спроса.
- Имеющиеся в Украине производственные мощности позволяют полностью удовлетворить внутренние потребности по большинству товаров сварочного производства.

Список литературы

1. Welding Products Market is set to reach USD 23.78 billion by 2010. — www.rtansparencymarketresearch.com.
2. Victor Technology Group, Inc. Annual report 2013. — www.victortechologies.com
3. Welding Equipment and Supplies: The Global Market. — www.bccresearch.com
4. Worldwide demand for welding consumables. — «The Japan Welding News For The World» Spring Issue 2013. — Vol. 17. — N. 63.
5. Економіко-статистичний огляд зварювального виробництва і ринку зварювальної техніки України в 1990–2013. — К.: Вид-во ІЕЗ ім. Є. О. Патона, 2014. — 71 с.
6. Зовнішньоекономічна діяльність України в 2002–2013 рр. / Зварювальні матеріали і обладнання. — К.: вид-во ІЕЗ ім. Е. О. Патона, 2014. — 56 с.

• #1515

Розслідування та облік професійних захворювань, нещасних випадків і аварій *

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАНУ

Згідно зі статтею 22 Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен організовувати розслідування та вести облік професійних захворювань, нещасних випадків і аварій відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України за узгодженням з всеукраїнськими об'єднаннями профспілок. Зараз в Україні є чинною Постанова Кабінету Міністрів України № 1232 від 30 листопада 2011 р. «Деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві»

Розслідування професійних захворювань. Згідно з цим документом розслідуванню підлягають усі вперше виявлені випадки хронічних професійних захворювань і отруєнь (надалі — професійні захворювання) незалежно від строку їх настання. У разі підозри на профзахворювання лікувально-профілактичний заклад, до якого звернувся хворий, зобов'язаний направити його до лікаря-профпатолога. Профпатолог для остаточного встановлення діагнозу і підтвердження професійного характеру захворювання направляє працівника до спеціального лікувально-профілактичного закладу для проведення комплексу досліджень. Віднесення захворювання до професійного здійснюється відповідно до процедури встановлення зв'язку захворювання з умовами праці згідно з додатком 14 та переліку професійних захворювань, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2000 р. N 1662 (Офіційний вісник України, 2000 р., N 45, ст. 1940).

Перелік установ і закладів, які мають право встановлювати остаточний діагноз професійних захворювань, переглядається кожні п'ять років та затверджується МОЗ.

Професійний характер захворювання визначає експертна комісія у складі спеціалістів лікувально-профілактичного закладу, якому таке право надано МОЗ. У спірних випадках остаточне рішення щодо встановлення діагнозу професійного захворювання приймається центральною лікарсько-експертною комісією державної установи «Інститут медицини праці Національної академії медичних наук України».

На кожного хворого клініки науково-дослідних інститутів, відділення професійних захворювань лікувально-профілактичних закладів складають повідомлення за формою П-3. Упродовж трьох діб після встановлення остаточного діагнозу повідомлення надсилають роботодавцю або керівнику підприємства, на якому виявлено професійне захворювання, відповідній установі (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби та лікувально-профілактичному закладу, які обслуговують це підприємство, відповід-

ному робочому органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України (ФССНВ).

Працівникові видається під розписку медичний висновок лікарсько-експертної комісії спеціалізованого профпатологічного лікувально-профілактичного закладу про наявність (відсутність) у нього професійного захворювання за формою згідно з додатком 16. Медичний висновок також надсилається профпатологу за місцем роботи працівника або проживання (якщо він не працює), який направляє його до спеціалізованого профпатологічного лікувально-профілактичного закладу.

Головний санітарний лікар області (АР Крим) або міста утворює протягом 3-х діб після отримання повідомлення за формою П-3 комісію з розслідування професійного захворювання в складі представників:

- відповідної установи (закладу) державної СЕС (голова комісії);
- лікувально-профілактичного закладу;
- підприємства;
- профорганізації, членом якої є хворий; або уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, якщо хворий не є членом профспілки;
- відповідного робочого органу виконавчої дирекції ФССНВ.

До розслідування в разі необхідності можна залучати представників інших органів.

Розслідування організовує роботодавець впродовж десяти робочих днів з моменту отримання повідомлення, який зобов'язаний надати комісії з розслідування дані лабораторних досліджень шкідливих факторів виробничого процесу, необхідну документацію (технологічні регламенти, вимоги і нормативи з безпеки праці тощо), забезпечити комісію приміщенням, транспортними засобами і засобами зв'язку, організувати друкування, розмноження і оформлення в необхідній кількості матеріалів розслідування.

Комісія з розслідування зобов'язана:

- скласти програму розслідування причин професійного захворювання;

* Продовження серії публікацій про правові, організаційні та соціальні питання охорони праці

- розподілити функції між членами комісії; розглянути питання про необхідність залучення експертів;
- провести розслідування обставин і причин професійного захворювання;
- скласти акт розслідування за формою П-4, у якому зазначити основні умови, обставини і причини захворювання, заходи щодо запобігання розвитку професійного захворювання, забезпечення нормалізації умов праці, а також назвати осіб, які не виконали відповідні вимоги (правила, гігієнічні регламенти).

Акт розслідування причин професійного захворювання комісія складає у шести примірниках упродовж трьох днів після закінчення розслідування. Роботодавець надсилає його хворому, лікувально-профілактичному закладу, який обслуговує це підприємство, робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ та профспілковій організації, членом якої є хворий. Один примірник акта надсилають відповідній СЕС для аналізу і контролю за здійсненням заходів.

Перший примірник акта розслідування залишається на підприємстві, де зберігається впродовж 45 років.

Роботодавець зобов'язаний у п'ятиденний термін після закінчення розслідування причин професійного захворювання розглянути його матеріали та видати наказ про заходи щодо запобігання професійним захворюванням, а також про притягнення до відповідальності осіб, з вини яких допущено порушення санітарних норм і правил, що призвели до виникнення професійного захворювання.

Про здійснення запропонованих комісією заходів щодо запобігання професійним захворюванням роботодавець письмово інформує відповідну СЕС упродовж терміну, зазначеного в акті.

У разі втрати працівником працездатності внаслідок професійного захворювання роботодавець направляє потерпілого на МСЕК для розгляду питання подальшої його працездатності.

Контроль за своєчасністю та об'єктивністю розслідування професійних захворювань, їх документальним оформленням, виконанням заходів щодо усунення причин здійснюють установи СЕС, ФССНВ, профспілки та уповноважені трудових колективів з питань охорони праці.

Реєстрацію та облік випадків професійних захворювань ведуть у спеціальному журналі:

- на підприємстві, у відповідному робочому органі виконавчої дирекції ФССНВ і в СЕС на підставі повідомлень про професійні захворювання та актів їх розслідування;
- у лікувально-профілактичних закладах на підставі медичної картки амбулаторного хворого, виписки з історії хвороби, лікарського висновку про діагноз, встановлений під час обстеження в стаціонарі, а також повідомлення про професійне захворювання.

До цього журналу також вносять дані щодо працездатності кожного працівника, в якого виявлено професійне захворювання. У разі виявлення у працівника кількох професійних захворювань потерпілого реєструють у журналі один раз із зазначенням усіх його діагнозів.

Установи СЕС на підставі актів розслідування складають карти обліку професійних захворювань за формою П-5.

Ці карти і записи на магнітних носіях зберігають у відповідній установі СЕС та в МОЗ упродовж 45 років.

Розслідування нещасних випадків. Розслідування проводиться у разі виникнення нещасного випадку, а саме обмеженої в часі події або раптового впливу на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких зафіксовано шкоду здоров'ю.

Зокрема, від одержання поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, гострого професійного захворювання і гострого професійного та інших отруєнь, одержання сонячного або теплового удару, опіку, обмороження, а також у разі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха (землетрусу, зсуву, повені, урагану тощо), контакту з представниками тваринного і рослинного світу, які призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу не менш як на один робочий день, зникнення, а також настання смерті працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків.

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинен негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до надання необхідної допомоги.

Керівник робіт (уповноважена особа) своєю чергою зобов'язаний:

- терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому, у разі необхідності доставити його до лікувально-профілактичного закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця, відповідну профспілкову організацію;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення таких випадків.

Лікувально-профілактичний заклад повинен передати протягом доби з використанням засобів зв'язку та на паперовому носії екстрене повідомлення про звернення

потерпілого з посиланням на нещасний випадок на виробництві.

Повідомити за встановленою формою:

- підприємство, де працює потерпілий;
- відповідний робочий орган виконавчої дирекції ФССНВ;
- територіальному органу Держгірпромнагляду за місцем настання нещасного випадку;
- відповідну установу (заклад) державної санітарно-епідеміологічної служби (СЕС) — у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння).

Лікувально-профілактичний заклад обов'язково проводить у порядку, встановленому МОЗ, необхідні дослідження і складає протокол про наявність в організмі потерпілого алкоголю (наркотичних засобів чи отруйних речовин) та визначає ступінь його сп'яніння. Відповідний висновок чи витяг з протоколу, а також висновок про ступінь тяжкості травми (із зазначенням коду діагнозу згідно з Міжнародною статистичною класифікацією хвороб та споріднених проблем охорони здоров'я (МКХ-10) подаються на запит роботодавця, Фонду до утворення комісії з проведення розслідування нещасного випадку (далі — комісія) або голови комісії після її утворення протягом однієї доби з моменту одержання запиту.

Роботодавець, отримавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків зі смертельним наслідком, групових, з тяжким наслідком, природної смерті чи зникнення працівника під час роботи протягом однієї години з використанням засобів зв'язку та протягом доби на паперовому носії згідно з встановленою формою:

- повідомляє про нещасний випадок відповідний робочий орган виконавчої дирекції ФССНВ; якщо потерпілий є працівником іншого підприємства — це підприємство; у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі, — відповідні органи державної пожежної охорони, а в разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) — відповідні установи (заклади) державної санітарно-епідеміологічної служби;
- утворює комісію з розслідування нещасного випадку із не менш як трьох осіб.

Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із тяжким чи смертельним наслідком, випадок смерті на підприємстві, а також зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків роботода-

вець зобов'язаний негайно передати повідомлення засобами зв'язку за встановленою формою:

- територіальному органу Держгірпромнагляду;
- органу прокуратури за місцем виникнення нещасного випадку;
- відповідному робочому органу виконавчої дирекції ФССНВ;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності — відповідний місцевий держадміністрації);
- відповідній СЕС у разі гострих професійних захворювань (отруєнь);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- відповідному органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі необхідності).

Такі нещасні випадки підлягають спеціальному розслідуванню.

Розслідування аварій. Аварією є небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, інженерних комунікацій, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди навколишньому природному середовищу.

Розслідування аварій з нещасними випадками проводиться згідно з чинною Постановою Кабінету Міністрів України «Деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві» від 30.11.2011 № 1232 у разі, коли сталася:

Аварія першої категорії, внаслідок якої:

- смертельно травмовано п'ять та більше осіб або травмовано десять і більше осіб;
- спричинено викид отруйних, радіоактивних та небезпечних речовин за межі санітарно-захисної зони підприємства;
- збільшилася більш як у 10 разів концентрація забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників підприємства чи населення.

Аварія другої категорії, внаслідок якої:

- смертельно травмовано до п'яти осіб або травмовано від чотирьох до десяти осіб;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці з кількістю працівників 100 і більше осіб.

Про аварію свідок повинен негайно повідомити безпосереднього керівника робіт або іншу посадову особу підприємства, які, в свою чергу, зобов'язані повідомити роботодавця. Роботодавець або особа, яка керує виробництвом під час зміни, повинен діяти згідно з планом ліквідації аварії, вжити першочергових заходів щодо рятування потерпілих і надання їм медичної допомоги, запобігання подальшому поширенню аварії, встановлення меж небезпечної зони та обмеження доступу до неї людей, збереження до прибуття комі-

сії з розслідування аварії обстановки на місці аварії. Роботодавець також зобов'язаний негайно повідомити про аварію територіальний орган Держгірпромнагляду, орган, до сфери управління якого належить підприємство, відповідну місцеву держадміністрацію, орган з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, прокуратуру за місцем виникнення аварії і відповідний профспілковий орган, а у разі травмування або загибелі працівників також відповідний робочий орган Фонду.

Розслідування проводиться відповідними комісіями, що утворюються у разі настання аварії першої категорії — центральним органом виконавчої влади, до сфери управління якого належить підприємство, чи місцевою держадміністрацією за погодженням з відповідними органами державного нагляду за охороною праці та МНС; у разі настання аварії другої категорії — керівником органу, до сфери управління якого належить підприємство, чи місцевою держадміністрацією за погодженням із Держгірпромнаглядом та МНС.

Головою комісії з розслідування аварії призначається представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, або представник територіального органу Держгірпромнагляду чи МНС.

У ході розслідування комісія з розслідування аварії

1) визначає: масштаб аварії; необхідність утворення експертної комісії, яка встановлює обставини і причини аварії, фактори, що призвели до аварії, розробляє план заходів щодо запобігання подібним аваріям та у разі потреби готує пропозиції стосовно коригування нормативної та проектної документації;

2) підтверджує факти порушення вимог законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, встановлює осіб, що несуть відповідальність за виникнення аварії, розробляє план заходів щодо ліквідації її наслідків та запобігання подібним аваріям.

Комісія з розслідування аварії зобов'язана протягом десяти робочих днів провести розслідування обставин і причин аварії та скласти акт за формою Н-5.

За результатами розслідування аварії роботодавець видає наказ, яким на підставі висновків відповідної комісії затверджується план заходів щодо запобігання подібним аваріям і згідно із законодавством притягує до відповідальності працівників за порушення вимог законодавства про охорону праці.

На підприємстві згідно з вимогами законодавчих та інших нормативно-правових актів з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та охорони праці повинні бути розроблені і затверджені роботодавцем такі документи:

1. План попередження надзвичайних ситуацій, у якому визначаються можливі аварії та інші надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, прогнозуються наслідки, визначаються заходи щодо їх ліквідації, терміни виконання, а також сили і засоби, що для цього залучаються;

2. План ліквідації аварій (надзвичайних ситуацій), у якому перелічуються всі можливі аварії та інші надзвичайні ситуації, визначаються дії посадових осіб і працівників підприємства під час їх виникнення, обов'язки працівників професій-

них аварійно-рятувальних служб або працівників інших підприємств, які залучаються до ліквідації надзвичайних ситуацій.

Друкування, тиражування і оформлення в необхідній кількості матеріалів розслідування аварії здійснює підприємство, на якому сталася аварія, воно у п'ятиденний строк після закінчення розслідування надсилає матеріали справи до прокуратури та органам, представники яких брали участь у її розслідуванні. У разі розслідування аварії, що не спричинила нещасних випадків, примірник акта за формою Н-5 зберігається на підприємстві до завершення вжиття заходів, визначених комісією, але не менш як два роки.

Роботодавець зобов'язаний проаналізувати причини виникнення аварії та розробити план заходів щодо запобігання подібним аваріям у строк, зазначений комісією з розслідування аварії в акті спеціального розслідування нещасного випадку (аварії).

У разі, якщо аварія сталася через проектні недопрацювання або конструктивні недоліки устаткування, для участі в роботі комісії з розслідування аварії залучаються представники підприємства — розробники цього устаткування.

Роботодавець зобов'язаний надіслати розробникові і виготовлювачеві устаткування обґрунтовані рекламації, а їх копії — органам управління підприємств, у разі їх відсутності — місцевій держадміністрації.

Облік аварій першої і другої категорії проводиться підприємствами і органами державного управління охороною праці та органами державного нагляду за охороною праці, їх реєструють у журналі.

Письмову інформацію про вжиття заходів, визначених комісією з розслідування аварії, роботодавець подає у зазначені в акті за формою Н-5 строки організаціям, представники яких брали участь у розслідуванні.

Контроль за своєчасним та об'єктивним проведенням розслідування, документальним оформленням та обліком аварій, вжиттям заходів щодо усунення їх причин здійснюють органи державного управління охороною праці та органи державного нагляду за охороною праці.

Випадки порушення технологічних процесів, роботи устаткування, тимчасової зупинки виробництва засобами автоматичного захисту та інші локальні порушення у роботі цехів, дільниць і окремих об'єктів розслідуються підприємством в установленому законодавством порядку.

19-й Международный конкурс молодых сварщиков в Чехии

19-й международный конкурс молодых (до 20 лет) сварщиков «Золотой кубок Линде» (Zlatý pohár Linde) состоялся в городе Фридек-Мистек в Чешской республике 14–15 апреля 2015 г. Организатором конкурса была средняя профессиональная школа города Фридек-Мистека в сотрудничестве с генеральным партнером фирмой Linde Gas a.s. Конкурс проходил на учебно-производственной базе школы Фридек-Мистек по следующим номинациям: метод 111 (ручная дуговая сварка покрытыми электродами), метод 135 (дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах), метод 141 (дуговая сварка неплавящимся электродом в инертных газах), метод 311 (газовая сварка).

Конкурс был рекомендован к проведению Министерством образования Чешской Республики. Председатель оргкомитета конкурса — магистр Йозеф Пелуха (Josef Pelucha), секретарь — Кветослава Кубанева (Květoslava Kubánová), директор школы-организатора — Павел Ржезничек (Pavel Řezníček).

В международном конкурсе приняли участие 127 молодых сварщиков из Чехии, Словакии, Украины и Китая. Программа конкурса включала теоретическую и практическую части. Теоретическая часть конкурса была проведена только среди национальных участников. Практическая часть конкурса проводилась для всех участников.

Программа практической части конкурса включала четыре метода сварки:

- **метод 111**, свариваемые пластины из углеродистой стали толщиной 12 и 8 мм, сварочный источник Pico 300 фирмы EWM Hightec Welding s.r.o.
- **метод 135**, свариваемые пластины из углеродистой стали толщиной 12 и 8 мм, сварочный источник фирмы Fronius Česká republika s.r.o. VarioSynergic 4000 и защитный газ фирмы Linde Gas a.s. — 82 % Argon + 18 % CO₂;
- **метод 141**, свариваемые пластины из углеродистой стали толщиной 2–4 мм, сварочный источник Tetrax 180 Comfort фирмы EWM Hightec Welding s.r.o. и защитный газ фирмы Linde Gas a.s. — Argon 4.6;
- **метод 311**, свариваемые пластины из углеродистой стали толщиной 2–4 мм, сварочные комплекты фирмы

GCE Trade s.r.o. и защитные газы фирмы Linde Gas a.s.

Для сварки были предоставлены расходные материалы фирмы ESAB Vamberg s.r.o. типа: E 42 4 B 42 H5, G3Si 1, W3Si 1, 0 III

Во время выполнения практических заданий к конкурсантам предъявлялись требования по соблюдению режимов сварки в соответствии с технологической инструкцией (WPS), последовательности сварки, правил безопасности. Подготовка пластин под сварку должна была выполняться по нормам ČSN EN ISO 9692-1. Время на сварку всего задания составляло 90 минут.

Конкурсное жюри оценивало сварные швы согласно нормам ČSN EN ISO 5817 методом визуального осмотра.

Международное жюри практической части конкурса возглавлял инженер Юрий Шинделка (Jiří Šindelka, Dom — ZO 13 s.r.o., Острава, Чехия). Украину в жюри конкурса представлял Воробьев А. Н.

В состав делегации Украины входили сопровождающие лица: А. Н. Воробьев, председатель Одесского областного Общества сварщиков Украины (ОСУ), руководитель делегации (Южный, Одесская область);

Р. А. Курьязов, мастер производственного обучения Государственного учебного заведения Межрегиональное высшее профессиональное училище автомобильного транспорта и строительной механизации (ГУЗ МВПУ АТСМ) (Киев); конкурсанты: А. Ленда (метод 111), ГУЗ МВПУ АТСМ (Киев); А. Стецюк (метод 135), Ярмолинский профессиональный лицей (Ярмолинцы, Хмельницкая область); А. Литвиненко (метод 135), ВПУ № 7 (Кременчуг, Полтавская область); В. Григораш (метод 141), ВПУ № 7 (Кременчуг, Полтавская область).

Организаторами конкурса были учтены предложения нашей делегации прошло-



Делегация Украины



Пьедестал почёта в методе сварки 141.

Таблица 2. Итоги международного конкурса

Метод сварки	Конкурсант	Общая сумма баллов	Место
111	Durkovic Lubomir (Словакия)	75	1
	Wei Zhongkai (Китай)	74	2
	Machajdik Frederik (Чехия)	73	3
	Ленда Александр (Украина)	66	10
135	Chen Guogan (Китай)	77	1
	Fronek Lukas (Чехия)	74	2
	Vicha Jan (Чехия)	73	3
	Литвиненко Алексей (Украина)	72	4
141	Ran Yili (Китай)	58	1
	Cerko Petr (Словакия)	54	2
	Григораш Виктор (Украина)	52	3
311	Lu Longzeng (Китай)	52	1
	Zeravy Jakub (Чехия)	51	2
	Marek David (Чехия)	50	3

го года и конкурсантам была предоставлена возможность за день до начала конкурса ознакомиться с рабочими местами, оборудованием и выполнить пробную работу.

В этом году нашими конкурсантами были показаны высокие результаты и завоевано призовое 3-е место в номинации метода 141.

Следует отметить, что не все ожидания оргкомитета в этом году оправдались. Ученики, принимавшие повторное участие А. Ленда (метод 111) и А. Стецюк (метод 135), не смогли улучшить свой результат, фактически оставшись на том же месте, что и в прошлом году. Хорошие показатели команды были достигнуты за счет новичков В. Григораша и А. Литвиненко, которые по нашей просьбе прошли подготовку за неделю перед конкурсом на предприятии ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» при непосредственной помощи главного сварщика Н.В. Высоколяна. Но с другой стороны следует отметить и общий высокий

уровень подготовки конкурсанта в этом году, что отразилось на высокой конкуренции среди участников.

На торжественном закрытии были подведены итоги конкурса (табл. 2) и награждены победители и призеры.

Необходимо отметить, что международный конкурс молодых сварщиков был организован и проведен на высоком уровне. Организаторами делается большой вклад в популяризацию профессии сварщика и поднятие ее престижа. Организаторами конкурса принимались во внимание замечания и предложения делегаций, вносились соответствующие изменения в программу и условия конкурса.

Совет ОСУ и Правление Одесского областного ОСУ благодарят за помощь в подготовке учеников сварщиков к участию в конкурсе и формирование состава делегации Украины: Мельника Василия Михайловича, директора Ярмолинцевского профессионального лицея, (Ярмолинцы, Хмельницкая область); Несена Николая Григорьевича, директора ВПУ № 7 (Кременчуг, Полтавская область); Коваленко Виктора Михайловича, директора ГУЗ МВПУ АТСМ (Киев); Высоколяна Николая Васильевича, председателя Полтавского отделения ОСУ, главного сварщика ОАО «КВСЗ» (Кременчуг, Полтавская область); Курьязова Рустама Алимбаевича, мастера производственного обучения ГУЗ МВПУ АТСМ (Киев).

Подготовка и проведение международного конкурса молодых сварщиков были безукоризненны. Конкурс освещался местными средствами массовой информации. Результаты конкурса представлены на сайте школы-организатора www.sosfm.cz, а также на сайте Одесского областного отделения ОСУ www.tzu.od.ua

Следующий 20-й Юбилейный конкурс молодых сварщиков «Золотой кубок Линде» (Zlaty pohar Linde) состоится в апреле 2016 г. Команда Украины приглашена к участию. Всех лиц, заинтересованных в участии в конкурсе 2016 г., приглашаем к сотрудничеству уже сейчас. Свои заявки и предложения можно направить в адрес Общества сварщиков Украины (tzu@e-mail.ua) или Одесского областного ОСУ (osu-odessa@ukr.net).

● #1517

А. Н. Воробьев, председатель Одесского областного Общества сварщиков Украины

Гronius HITACHI ПАТОН МАСТЕР ПРОФИ

ТОВ «СВАРКА-ТРЕЙДІНГ»
САЛОН «ЗВАРЮВАННЯ»

Все, що потрібно для зварювання



• зварювальне обладнання • аксесуари і комплектуючі • витратні матеріали



www.svarka-trading.com.ua
sales@svarka-trading.com.ua
 +38(044) 289-40-47, +38(044) 289-40-37
 +38(098) 417-64-41
 03150, м. Київ, вул. Горького, 59

MONOLITH **ABICOR BINZEL**

ппкп «СЕВІД»
засновано в 1997 р.

«СЕВІД»

Сертифіцированный сервисный центр ESAB

Заходите:
www.sevid.com.ua, info@sevid.com.ua

Звоните:
факс (0552) 37-35-96
тел. (0552) 37-34-58
(067) 550-11-87, 551-92-05

Офис, склад:
Украина, 73034, г. Херсон, ул. Будённого, 20 А.

АКЦИЯ!!!
 Сварочные тракторы А-2 (ESAB) в комплекте. Шведские инверторные сварочные аппараты BUDDY (MMA, TIG) по ценам украинских производителей.

ЧПКП «СЕВИД» — официальный представитель концерна ESAB в Украине с 2002 г., официальный дилер ОАО «КЗЭСО» и ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмБХ»

- Качественное гарантийное и постгарантийное обслуживание.
- Оптимальный склад.
- Рекомендованные цены.
- Принцип лояльности.
- Доставка транспортом продавца (от 3 т).

ESAB **ABICOR BINZEL** **КЗЭСО**

ПРОМАВТОСВАРКА
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Электрогазосварочное, металлизационное и фильтро-вентиляционное оборудование.
Разработка, внедрение, пусконаладка, ремонт сварочного и другого оборудования.
Поставка запчастей.

Украина, 87534, Пред. в г. Мариуполь пр. Строителей 29-4
(0629) 37-97-31
(067) 627-41-51
(044) 222-90-26
promavtosvarka.com.ua
379731@promavtosvarka.com.ua

ESAB **MESSER Cutting Systems** **SELMA** **DOHMET** **ABICOR BINZEL**

ТЕХНОЛАЗЕР **«ТЕХНОЛАЗЕР-ЗВАРЮВАННЯ»**

- **Электрогазосварочное оборудование и запчасти.**
- **Газосварочное оборудование.**
- **Сварочные материалы.**
- **Ремонт и модернизация сварочного оборудования.**
- **Авторизованный сервисный центр ESAB.**



Украина, 54055, г. Николаев, ул. Садовая, 50/3
тел./факс: (0512) 50-10-01, 57-21-27
тел.: 36-91-20
E-mail: tehnolazer_zv@list.ru

DOHMET **ESAB** **ABICOR BINZEL** **SELMA**

Безопасный удаленный доступ FeeL для технического обслуживания источников питания Fronius TPS/i

FeeL (Fronius everytime easy Link) — это новый продукт от Fronius, который позволяет значительно повысить работоспособность системы TPS/i за счет удаленной технической поддержки со стороны специалистов Fronius. Владельцы сварочной системы Fronius TPS/i могут значительно снизить затраты на техническое обслуживание и свести к минимуму время простоя оборудования благодаря новейшим разработкам, которые интегрированы в TPS/i. Сварочные системы TPS/i уже в базовой конфигурации снабжены сетевой платой, которая позволяет легко организовывать сетевой (удаленный) доступ к системе как со стороны технической поддержки Fronius (FeeL), так и со стороны специалистов предприятия, на котором работает это оборудование. Используя удаленный доступ FeeL Remote, сотрудники компании заказчика могут без труда получить доступ к управлению источниками питания по локальной сети с собственных компьютеров, смартфонов или планшетов. Онлайн-доступ позволяет выполнять следующие задачи: определять конфигурацию оборудования и программного обеспечения, анализировать данные, устанавливать необходимые обновления и устранять ошибки в обслуживании. В рамках расширенного пакета дистанционной поддержки обслуживания (FeeL Remote Support), пользователь может предоставить сотрудникам службы технической поддержки Fronius доступ к устройству по защищенной виртуальной частной сети (VPN).



Рис. 1. Пользователь источника питания Fronius серии TPS/i может позвонить в компанию Fronius и подать запрос на удаленную поддержку по локальной сети или по Интернету.

Владельцы источников питания TPS/i, с помощью пакета дистанционной поддержки обслуживания (FeeL Remote Support), смогут получить быструю и квалифицированную помощь в устранении неполадок и оптимизации сварочных процессов в любом месте и в любое время, а также выполнять обновления программного обеспечения. Удаленная служба доступа FeeL дает возможность отказаться от неизбежных ранее вызовов инженеров службы поддержки и соответственно экономить на этом. Кроме того, чтобы подготовить устройство TPS/i к обслуживанию, больше не нужно выполнять анализ на месте, диагностика по Интернету позволит инженеру службы поддержки заблаговременно оценить ситуацию и подготовить все необходимые запасные части. Это поможет экономить средства на привлечении технических специалистов с высокой почасовой оплатой, особенно при обслуживании удаленных сварочных систем. Дистанционная поддержка (FeeL Remote Support) дает также возможность сократить простои и обеспечить максимальную эксплуатационную готовность источников питания.

В пакет обслуживания удаленного доступа FeeL входит программное обеспечение (ПО) Fronius Xplorer Basic для быстрой установки соединения со сварочными аппаратами. Специалисты заказчика в любое время могут получить удаленный доступ к источникам питания, используя локальную сеть компании. У них всегда есть возможность ознакомиться с информацией об установленном оборудовании и программном обеспечении, а также, при необходимости, выполнить резервное копирование и восстановление настроек системы. В качестве альтернативы ПО Fronius Xplorer Basic можно использовать обычный веб-браузер. Одна-



Рис. 2. Источники питания Fronius серии TPS/i с сетевым подключением поддерживают удаленный доступ по локальной сети или по Интернету.

ко, при использовании веб-браузера для организации сетевого подключения, пользователю придется вручную задавать IP-адрес.

Если сварщику или специалистам заказчика по техническому обслуживанию требуется дополнительная поддержка при эксплуатации источников питания или устранении проблем, они могут обратиться за помощью в компанию Fronius в рамках пакета обслуживания дистанционной поддержки (FeeL Remote Support). После того как пользователь откроет доступ к своему TPS/i для специалиста Fronius, сварочному аппарату присваивается уникальный код безопасности (как, например, числовой код в интернет-банкинге). После первого ввода кода специалист Fronius получает доступ к источнику питания заказчика. Он может просматривать основные данные и давать по телефону рекомендации относительно оптимизации сварочных процессов и устранения неполадок. При необходимости можно активировать дополнительные функции, например, задавать сварочные параметры, запускать новые процессы, устанавливать обновления, документировать сварочные параметры. Локальный пользователь продолжает полностью контролировать устройство и может разорвать подключение в любое время. При использовании FeeL Remote Support данные зашифрованы и защищены от изменения в течение всего сеанса связи. Операции, выполняемые сотрудниками службы поддержки Fronius, регистрируются в журнале с присвоением метки времени. Такие журналы сохраняются в течение нескольких лет, что дает возможность позднее повторить выполненные операции.

Возможность использования удаленного доступа FeeL и дистанционной поддержки FeeL Remote Support от компании Fronius — это начало новой эры в сфере технического обслуживания сварочного оборудования. Уда-

ленное обслуживание позволяет повысить эффективность работы источников питания, значительно сократить количество вызовов инженеров службы поддержки, сократить расходы, более тщательно планировать и выполнять работы по техническому обслуживанию на месте эксплуатации аппаратов без остановки производственного цикла. В то же время удаленная поддержка дает возможность адаптировать впоследствии функции сварочной системы TPS/i к текущим задачам сварочного процесса. Это обеспечивает совершенно новый подход к эксплуатации источников питания и их рентабельности.

Fronius International — австрийское предприятие с главным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме, Штайнхаусе и Замтледте. Предприятие специализируется на системах для заряда батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Всего штат компании насчитывает 3385 сотрудников. Доля экспорта составляет 93%, что достигается благодаря работе 21 дочерней компании, а также международным партнерам по сбыту и представителям Fronius более чем в 60 странах мира. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 928 действующим патентам, Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.

● #1518

Публикуется на правах рекламы



РАШИРЯЯ ГРАНИЦЫ

ООО «Фрониус Украина»
07455 Киевская обл., Броварской р-н,
с. Княжици, ул. Славы, 24

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

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

ООО «Фрунзе-Электрод»

40004, г. Сумы, ул. Горького, 58

тел. +380 542 68 60 31, ф.: +380 542 22 13 42, 22-54-38



e-mail: frunze@i.ua

www.frunze.com.ua

ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»

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

тел./ф.: +380 44 200 80 56 (многокан.), 287 27 16,
287 26 17, 289 21 81, 248 73 36

e-mail: sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua

**ПАО «Линде Газ Украина»**49074, Днепропетровск,
ул. Кислородная, 1

Тел./ф.: +380 (0562) 35 12 25, 35 12 28

www.linde.ua

**ООО «ТМ. ВЕЛТЕК»**

03680, Киев, ул. Боженко, 11, оф. 303, 507

тел.: (044) 200 86 97, 200 82 09

факс: (044) 200 84 85

e-mail: office@veldtec.ua

www.veldtec.ua

**ООО «Интерхим-БТВ»**

03039, г. Киев,

пр. 40-летия Октября, 15-а

Тел.: +380 044 527 9852,

527 9853, факс: 527 9862

www.boehler-welding.com

ООО «Фрониус Украина»

07455, с. Княжичи, Киевская обл., ул. Славы, 24

тел.: +380 44 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44

e-mail: sales.ukraine@fronius.com

www.fronius.com, www.fronius.ua

**ООО ПИИ «Бинцель-Украина Гмбх»**08130, Киевская обл, с. Петропавловская
Борщаговка, ул. Петропавловская, 24

Тел./факс: +380 44 403 12 99,

403 13 99, 403 14 99, 403 15 99

e-mail: info@binzel.kiev.ua

www.binzel-abicor.com

**ПАО «Запорожстеклофлюс»**

69035, г. Запорожье, ул. Диагональная, 2

Тел.: (061) 289 0353, факс: 289 0350, 224 70 41

e-mail: market@steklo.zp.ua

www.steklo-flus.com

ПРОТОН
Виробник: ТЗОВ ВНФ
«Галелектросервіс»

**ІНОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ
ЗВАРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Протон E6013, Протон E7018

ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ

ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ

ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ

КОНТАКТИ:
Головний офіс — м. Львів, вул. Навроцького, 10А
т./ф. +38032 239-29-17, т. +38032 239-29-15, e-mail: ges@tsp.net.ua, www.ges.lviv.ua

м. Київ — ДП «Екотехнологія», вул. Горького, 62,
т. +38044 289-21-81, +380503525867,
e-mail: sales@et.ua, www.et.ua

м. Хмельницький — Компанія «Прогрес»,
Старокоштанівське шосе, 5 т.ф. +380382 61-50-50,
+38067 354-05-15, e-mail: progres_group@mail.ru

м. Івано-Франківськ — Компанія «Прогрес»,
вул. Левинського, 3А, т. +38067 342 51 35,
e-mail: progres_group@mail.ru

м. Луцьк — Компанія «Прогрес», вул. Карбішева, 2,
т. +38067 67 68 476
e-mail: progres_group@mail.ru

м. Ужгород — ТОВ «Максимум», вул. Заводська, 12,
+3803122 30872, +38050 372-64-40,
e-mail: maximum@yandex.ru

м. Дніпропетровськ — ПП «Елада», вул. Курчатова, 7А,
ТЦ «Курчатовський», оф. 321,
+38056 376 93 79, +38067 611 95 72
email: knv@ellada.dp.ua, www.ellada.dp.ua

ABS GL

TUV

продукт сертифіковано

СВАРКОНТАКТ**ВЫПРЯМИТЕЛИ ИНВЕРТОРНЫЕ СВАРОЧНОГО ТОКА**

СДЕЛАНО В УКРАИНЕ

**ИНВЕРТОРНЫЕ
ИСТОЧНИКИ
ТОКА НА
БАЗЕ IGBT-
ТРАНЗИСТОРОВ****ПОЛУАВТО-
МАТИЧЕСКИЕ
МЕХАНИЗМЫ
ПОДАЧИ
ПРОВОЛОКИ****УСТАНОВКИ ПЛАЗ-
МЕННОЙ ПОВЕРХ-
НОСТНОЙ ЗАКАЛКИ,
ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ
И ИНДУКЦИОННОГО
НАГРЕВА****ПОЛУАВТО-
МАТИЧЕСКИЕ
УСТАНОВКИ
ШИПО-
ВАНИЯ****ООО НПФ «СВАРКОНТАКТ»**61010, Украина, г. Харьков,
в-д Ващенко-Васильский 16А

Тел/факс: (057) 719-24-45;

Моб: (095) 88-71-748; (097) 860-00-63

E-mail: svarkontakt.svarka@gmail.com