



2 (126) 2019

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины



Производственно-технический журнал

№ **2** 2019 март-апрель ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Поздравляем!	4	las.
Вклад отделов ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс		
К 85-летию ИЭС им. Е.О. Патона	_	
Направления научных исследований и разработки отдела		
«Сварка легированных сталей» ИЭС им. Е.О. Патона.	6	
В.Д. Позняков.	O	277
Критерии допустимости дефектов трубопроводных систем		THE PARTY OF
Обзор критериев допустимости поверхностных трещинообразных дефектов трубопроводных систем.		ii iii
	2	
Перспективные материалы		
Получение металлических порошковых материалов распылением		(P)
из проволок-анодов дуговой плазмой.		
А.В. Демчишин, М.А. Полещук, В.И. Зеленин, И.В. Доценко, И.М. Попович, В.М. Теплюк	8	
-		
Оборудование для производства		
Эксплуатация и обслуживание аппаратуры для газопламенной обработки металлов. В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак	20	
Технологии термообработки электродов		
Поточная термообработка наплавочных электродов Т-590 и Т-620.		
	23	
Лидеры национального производства		(ALC)
	26	
Стандартизация		
Аттестация технологии сварки. Г.И. Лащенко, Ю.А. Никитюк	28	
	31	
Автоматизация сварочного производства		
Робототехнологические комплексы производства		
	33	
Новинки сварочного оборудования		
Горелки XP8 с воздушным охлаждением для профессионального использования		
от компании Parweld	35	
Консультации из Белоруссии		
Визуальный контроль сварных соединений.		
Подходы к разработке методики контроля. Наиболее частые практические ошибки. <i>В. Хатько</i>	88	
	,0	
Охрана труда Системы безопасности с двуручным управлением.		
О.Г. Левченко, С.Ф. Каштанов	ŀ5	
Страницы истории ИЭС им. Е.О. Патона.		
К 85-летию ИЭС им. Е.О. Патона		
	50	
·	54	
11	-	8/

Вітаємо!	. 4
Вклад відділів ІЕЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес.	
До 85-річчя ІЕЗ ім. Є.О. Патона • Напрямки наукових досліджень та розробки відділу «Зварювання легованих	
сталей» ІЕЗ ім. Є.О. Патона. В.Д. Позняков.	. 6
Критерії допустимості дефектів трубопровідних систем	
 Огляд критеріїв допустимості поверхневих тріщиноподібних дефектів трубопровідних систем. О.С. Міленін. 	12
Перспективні матеріали	
• Отримання металічних порошкових матеріалів розпиленням з дротів-анодів	
дуговою плазмою. А.В. Демчишин, М.А. Полєщук, В.І. Зєленін, І.В. Доценко, І.М. Попович, В.М. Теплюк	18
Обладнання для виробництва	
• Експлуатація та обслуговування апаратури для газополуменевої обробки	
металів. В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко, С.А. Чумак Технології термообробки електродів	20
 Поточна термообробка наплавочних електродів Т-590 та Т-620. 	
	23
Лідери національного виробництва До 85-річчя АТ «Турбоатом». О.В. Вавілов, В.А. Шарий 	26
— до 65-річчя АТ «Турооатом». О.Б. Бавілов, Б.А. шарий Стандартизація	20
	28
	31
Автоматизація зварювального виробництва ● Робототехнологічні комплекси виробництва ТОВ «Навко-Тех»	
	33
Новинки зварювального обладнання	
 Пальники XP8 з повітряним охолодженням для професійного використання від компанії Parweld. 	35
Консультації з Білорусії	-
• Візуальний контроль зварних з'єднань. Підходи до розробки методики	
- Production of the Production	38
Охорона праці ■ Системи безпеки з дворучним керуванням. О.Г. Левченко, С.Ф. Каштанов	45
Сторінки історії ІЕЗ ім. Є.О Патона. До 85-річчя ІЕЗ ім. Є.О. Патона	
• Швидкісне автоматичне зварювання танків. А.М. Корнієнко	50 54
	3 4
CONTENT	_
Congratulations! Contribution departments of E.O. Paton EWI in scientific and	. 4
technological progress. On the 85-th anniversary of E.O. Paton EWI	
Directions of research and development of the department «Welding of alloyed	
steels» of the E.O. Paton EWI. V.D. Poznyakov	. 6
 Criteria for the admissibility of defects in pipeline systems Review of the criteria for the admissibility of fractured defects in pipeline systems. 	
	12
Perspective materials	
 Production of metallic powder materials by spraying from the wire-anodes with arc plasma A.V. Demchishin, M.A. Poleshchuk, V.I. Zelenin, I.V. Dotsenko, 	a.
I.M. Popovich, V.M. Teplyuk	18
Equipment for the production	
Operation and maintenance of equipment for gas-flame treatment of metals. V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko, S.A. Chumak	20
Technologies of heat treatment of electrodes	
• In-line heat treatment of surfacing electrodes T-590 and T-620. E.P. Shelepov	23
Leaders of national production ● On the 85-th anniversary of AO «Turboatom». A.V. Vavilov, V.A. Shary	26
Standardization	
Certification of welding technology. G.I. Lashchenko, Yu.A. Nikityuk.	
Our consultations	31
Automation of welding production Robotic systems produced by LLC «Navko-Tech» for MIG-welding	
of agricultural equipment	33
New welding equipment	
Air cooled XP8 burners for professional use from the company Parweld Consultations from Belarus	35
 Visual inspection of welded joints. Approaches to the development 	
of methods of control. The most frequent practical errors. V. Khat'ko	38
Occupational safety and health Security systems with two-handed control. O.G. Levchenko, S.F. Kashtanov	45
Pages history of the E.O. Paton EWI.	+0
On the 85-th anniversary of E.O. Paton EWI	
High-speed automatic welding of tanks. A.N. Kornienko	
All for welding. Trading row	54

Патоновская марка водственно-технический журнал

Nº **2** 2019 Napm-anpeni

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТ

Свидетельство о регистрации КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, Учредители Общество с ограниченной

ответственностью «Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона»

Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ Издатель

Информационная поддержка:

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

Журнал издается при содействии UNIDO В. Д. Позняков Главный редактор

Зам. главного редактора

В. Г. Абрамишвили

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

А. А. Сливинский

Редакционный совет

С. Ю. Максимов (председатель), Н. В. Высоколян, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, В. Н. Проскудин

Редактор О. А. Трофимец В. Г. Абрамишвили Верстка

03150, Киев, ул. Антоновича, 62 Б, 03150, Киев, а/я 337 Адрес редакции

Телефон +380 44 200 53 61, 200 80 18 Тел./факс +380 44 200 80 14

E-mail welder.kiev@gmail.com trofimets.welder@gmail.com http://www.welder.stc-paton.com/

Минск, УП «Белгазпромдиагностика» А. Г. Стешиц Представительство в Беларуси

+375 17 210 2448, ф. 205 0868

Москва, ООО «Специальные

Представительство сварочные технологии» В. В. Сипко в России

+7 903 795 18 49 e-mail: ctt94@mail.ru

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 чч.мм.2019. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № ххххххх от чч.мм.2019. Тираж 900 экз. Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2017. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ, 2017

Подписка-2019 на журнал «Сварщик» в каталоге «Укрпочта» Подписной индекс 22405

Направления научных исследований и разработки отдела «Сварка легированных сталей» ИЭС им. Е.О. Патона.

В.Д. Позняков

Отдел «Сварка легированных сталей» ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ организован с целью развития работ ИЭС в области создания технологических процессов сварки для изготовления и ремонта металлоконструкций механизмов, машин и инженерных сооружений, которые изготавливаются из высокопрочных сталей с пределом текучести от 350 до 1400 МПа и эксплуатируются при повышенных нагрузках при умеренных и низких температурах. В отделе разработаны технологии ручной дуговой, механизированной в среде зашитных газов и автоматической под слоем флюса сварок, которые были внедрены в производство для изготовления сварных металлоконструкций ж/д транспорта, экскаваторов, автомобилей (от 75 т), автокранов, уникальных сооружений, в т. ч. спортивных арен и стадионов. В отделе с 2000 г. активно ведутся работы по созданию ремонтно-сварочных технологий, в т. ч. по ремонту цельнолитых изделий из средне- и высокоуглеродистых сталей. Многие из них успешно внедрены при ремонте уникальных конструкций большого тоннажа. В 2017 г. в состав отдела вошла лаборатория «Сварка в строительстве», в которой разрабатываются технологии сварки для изготовления, монтажа и ремонта сварных строительных металлоконструкций.

Обзор критериев допустимости поверхностных трещинообразных дефектов трубопроводных систем.

А.С. Миленин

Рассмотрены различные методы аналитической оценки допустимости поверхностных трещинообразных дефектов трубопроводов и сосудов давления, позволяющие прогнозировать разрушение дефектной конструкции вследствие спонтанного распространения трещин. Приведены как классические теории механики разрушения хрупких материалов, так и современные подходы хрупко-вязкого механизма развитите дефектности конструкционных материалов под действием внешнего силового нагружения. Проведено сравнение консервативности наиболее применяемых на практике подходов, нашедших отражение в актуальных нормативных документах.

Получение металлических порошковых материалов распылением из проволок-анодов дуговой плазмой.

Демчишин А.В., Полещук М.А., Зеленин В.И., Доценко И.В., Попович И.М., Теплюк В.М.

Одним из направлений повышения эффективности использования материалов и расширения технологических возможностей в машиностроении является использование 3D аддитивных технологий, в связи с чем увеличивается спрос на метаплические сферические порошки для этих целей. Для 3D технологий используется много методов распыления порошков, в частности: газовое и плазменное распыление специальных электродов; индукционное плавление электродов с газовым распылением; плазменно-дуговое плавление слитков с центробежным распылением. В ИЭС им. Е.О. Патона разработана новая технология плазменно-дугового распыления проволок в порошки, где проволоки используются в качестве анода. Способ позволяет получать порошки сферической формы из широкого ассортимента стандартных проволок.

Эксплуатация и обслуживание аппаратуры для газопламенной обработки металлов.

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

Рассмотрены основные правила эксплуатации и обслуживания аппаратуры для газопламенной обработки металлов (ручные газокислородные горелки и резаки, жидкотопливные резаки). Представлены особенности обслуживания жидкотопливных резаков, в частности керосинорезов РК-32 и РК-02М.

Аттестация технологии сварки.

Г.И. Лащенко, Ю.А. Никитюк

Рассмотрены нормативные документы по аттестации технологии сварки в Украине согласно стандартам ДСТУ ISO 15607 – ДСТУ ISO 15614. Отмечено, что аттестация технологии сварки может выполняться с участием третьей стороны по требованию заказчика. Приведен опыт ПАО «Сумское НПО» по аттестации технологии сварки согласно требований стандартов США (АСМЕ, АРІ и АWS). Эти стандарты включают требования по материалам, проектированию, изготовлению, проверке, контролю, клеймению металлоконструкций; содержат др. требования и особые ограничения. Специалисты ПАО «Сумское НПО» считают, что аттестацию процедур сварки в условиях их предприятия удобнее производить по американским стандартам.

Напрямки наукових досліджень та розробки відділу «Зварювання легованих сталей» ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

В.Д. Позняков

Відділ «Зварювання легованих сталей» IE3 ім. Є.О. Патона НАНУ організовано з метою розвитку робіт ІЕЗ в галузі створення технологічних процесів зварювання для виготовлення та ремонту металоконструкцій механізмів, машин та інженерних споруд, які виготовляються з високоміцних сталей з межею текучості від 350 до 1400 МПа та експлуатуються при підвищених навантаженнях при помірних і низьких температурах. У відділі розроблено технології ручного дугового, механізованого в середовище захисних газів та автоматичного під шаром флюсу зварювань, яки були впроваджено на виробництві для виготовлення зварних металоконструкцій з/д транспорту, екскаваторів, автомобілів (від 75 т), автокранів, унікальних споруд, у т. ч. спортивних арен та стадіонів. У відділі з 2000 р. активно ведуться роботи по створенню ремонтно-зварювальних технологій, у т. ч. по ремонту цільнолітих виробів із середньо- та високовуглецевих сталей. Багато з них успішно впроваджено при ремонті унікальних конструкцій великого тонажу. У 2017 р. до складу відділу ввійшла лабораторія «Зварювання у будівництві», де розробляються технології зварювання для виготовлення, монтажу та ремонту зварних будівельних металоконструкцій.

Огляд критеріїв допустимості поверхневих тріщиноподібних дефектів трубопровідних систем.

О.С. Мілєнін

Розглянуто різні системи аналітичного оцінювання допустимості поверхневих тріщиноподібних дефектів трубопроводів та сосудів тиску, що дозволяють прогнозувати руйнування дефектної конструкції внаслідок спонтаного поширення тріщин. Приведено як класичні теорії механіки руйнування крихких матеріалів, так й сучасні підходи крихко-в'язкого механізму розвитку дефектності конструкційних матеріалів під дією зовнішнього силового нагруження. Проведено порівняння консервативності найбільш застосованих на практиці підходів, що знайшли відображення у актуальних нормативних документах.

Отримання металічних порошкових матеріалів розпиленням з дротів-анодів дуговою плазмою.

А.В. Демчишин, М.А. Полещук, В.І. Зеленін, І.В. Доценко, І.М. Попович, В.М. Теплюк

Одним з перспективних направлень підвищення ефективності використання матеріалів та розширення технологічних можливостей у машинобудуванні є використання 3D адитивних технологій, у зв'язку з чим збільшується попит на металічні сферичні порошки для цієї мети. Для 3D технологій використовується багато методів розпилення порошків, а саме: газове та плазмове розпилення спеціальних електродів; індукційне плавлення електродів з газовим розпиленням; плазмово-дугове плавлення злитків з відцентровим розпиленням. В ІЕЗ ім. Є.О. Патона розроблено нову технологію плазмово-дугового розпилення дротів в порошки, де дроти використовуються в якості аноду. Спосіб дозволяє отримати порошки сферичної форми з широкого асортименту стандартних дротів.

Експлуатація та обслуговування апаратури для газополуменевої обробки металів.

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

Розглянуто основні правила експлуатації та обслуговування апаратури для газополуменевої обробки металів (ручні газокисневі пальники та різаки, рідкопаливні різаки). Представлено особливості обслуговування рідкопаливних різаків, зокрема гасорізів РК-32 та РК-02М.

Атестація технології зварювання.

Г.І. Лащенко, Ю.О. Нікітюк

Розглянуто нормативні документи з атестації технології зварювання в Україні згідно стандартів ДСТУ ISO 15607 – ДСТУ ISO 15614. Відмічено, що атестація технології зварювання може виконуватись за участю третьої сторони за вимогою замовника. Приведено досвід ПАТ «Сумське НВО» з атестації технології зварювання згідно вимог стандартів США (АСМЕ, АРІ та АWS). Ці стандарти містять вимоги по матеріалам, проектуванню, виготовленню, перевірці, контролю, клеймуванню металоконструкцій; містять ін. вимоги та особливі обмеження. Фахівці ПАТ «Сумське НВО» вважають, що атестацію процедур зварювання в умовах їх підприємства зручніше проводити за американськими стандартами.

2(126) 2019 СВАРЩИК

Владимиру Гурамовичу Абрамишвили - 60 лет!



6 марта 2019 г. исполнилось 60 лет Владимиру Гурамовичу Абрамишвили, канд. физикоматематических наук, заместителю главного редактора журнала «Сварщик».

Владимир Гурамович родился 06.03.1959 г. в г. Куйбышев, РСФСР. В 1981 г. он окончил Тбилисский государственный университет по специальности «Квантовая радиофизика».

В 1981 г. поступил в аспирантуру в Институт физики АН УССР по специальности «Физика твердого тела». В.Г. Абрамишвили проработал в Институте физики более 24 лет, прошел путь от старшего инженера до старшего научного сотрудника.

В 1990 г. защитил диссертацию и ему была присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по специальности «Физика полупроводников и диэлектриков».

В.Г. Абрамишвили автор более тридцати научных работ в различных научно-технических изданиях.

В 2005 г. он пришел работать в редакцию журнала «Сварщик» на должность заместителя главного редактора. В том же году запустил издание журнала «Все для сварки. Торговый Ряд», приложения к журналу «Сварщик». В 2006 г. участвовал в издании первого номера журнала «Сварщик в России» и всех последующих номеров с 2006 по 2019 гг. Начиная с 2012, 2013 гг. довел, вместе с редакцией, издание журнала «Сварщик» до полной самоокупаемости. За период с 2005 по 2019 гг. активно участвовал в издании 85 номеров журнала «Сварщик» и 77 номеров журнала «Сварщик» и 77 номеров журнала «Сварщик» и России».

Поздравляем Владимира Гурамовича Абрамишвили с прошедшим юбилеем!

Желаем крепкого здоровья, благополучия, долгих лет успешной работы, творческих успехов и спортивных достижений!

НТК ИЭС им. Е.О. Патона, ИЭС Патона им. Е.О. Патона, совет Общества сварщиков Украины, главный редактор, редакция и редколлегия журнала «Сварщик»

1810

ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона – 60 лет!

1 января 2019 г. ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона исполнилось 60 лет! За свою 60-летнюю историю ОЗСО было произведено сотни тысяч единиц оборудования для предприятий всех континентов мира. Сварочное оборудование, произведенное ОЗСО, использовалось для проведения сварочных работ в широком спектре условий: от водных глубин до космоса.

Оборудование ОЗСО использовалось при реализации известных исторических событий: строительство газопроводов «Бухара-Урал» и «Дружба» (аппараты А850 и А943 для сварки труб большого диаметра); первые сварочные работы с электронным лучом, плазмой и плавящимся электродом в космосе, проведенные экипажем корабля «Союз-6» (уникальная установка «Вулкан»); советско-французский эксперимент в околоземном космическом пространстве (аппаратура «Аракс»); первая в мире резка, сварка, пайка и напыление металлических пластин в условиях открытого космоса на комплексе «Салют-7» (портативная электронно-лучевая установка УРИ).

ОЗСО продолжает тесное сотрудничество с ИЭС им. Е. О. Патона и ОКТБ ИЭС. В течение последних лет на производственной базе ОЗСО реализован ряд проектов национального и международного масштаба. Среди них: разработка сварочной технологии и оборудования для изготовления сварных комбинированных роторов при помощи автоматической сварки под флюсом по заказу ОАО «Турбоатом» (2013 г.); проект для Госнефтекомпании Азербайджана ("SOCAR") по отделению двух понтонов от блока методом направленного взрыва при строительстве морской стационарной платформы № 7 в Каспийском море (2014 г.); проект для ГК «Укрспецэкспорт» по разработке и выпуску партии сварочного оборудования для условий тропического кли-

мата, которое было поставлено на один из судостроительных заводов Юго-Восточной Азии (2015 г.); разработка сварочного оборудования для электрошлаковой сварки металла толщинами до 200-450 мм для машиностроительного завода в Восточной Европе (2016 г.); совместная разработка Завода вместе с ОКТБ ИЭС многопостовых сварочных выпрямителей ВДУ-1202П, которыми был переоснащен вагоностроительный завод SCB Foundry в Чешской Республике (2016 г.); проект для ГП «Укроборонсервис» по созданию автоматической системы координирования миномета (2016 г.). Проект был с успехом представлен на XIII Международной выставке «Вооружение и безопасность - 2016».

За 60 лет ОЗСО прошел большой путь, со своими взлетами и падениями, стараясь максимально сохранять и умножать свой производственный и кадровый потенциал и повышать эффективность своей работы. В конечном итоге это позволило ему стать ведущим украинским производителем сварочного оборудования и материалов, а продукции ПАТОН $^{\rm TM}$ пользоваться высоким спросом как у украинских сварщиков, так и у профессионалов сварочного дела по всему миру!

Поздравляем руководство и коллектив ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона с юбилеем!

Желаем долгих лет успешной и плодотворной работы, новых достижений!

ИЭС им. Е.О. Патона, HTК ИЭС им. Е.О. Патона, Совет Общества сварщиков Украины, редакция и редколлегия журнала «Сварщик»

1811

АО «Турбоатом» - 85 лет!

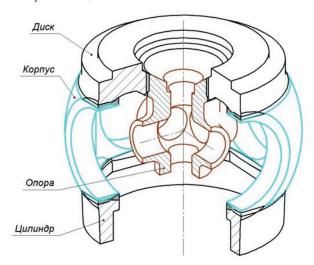
В 2019 г. АО «Турбоатом» исполнилось 85 лет. Сегодня АО «Турбоатом» входит в число ведущих мировых изготовителей турбинного оборудования. Предприятие по праву можно считать одним из стратегических предприятий Украины, определяющим энергетическую безопасность государства.

С 1996 г. система менеджмента качества предприятия документально оформлена и имеет Сертификат соответствия Международному Стандарту ISO 9001 «Системы менеджмента качества. Требования» (продлен 23.08.2018 г.). Наличие Сертификата соответствия дает возможность конкурировать с передовыми производителями энергетического оборудования, поскольку продукция изготовляется в соответствии с требованиями международных стандартов.

АО «Турбоатом» имеет богатую историю сотрудничества с ИЭС им. Е.О. Патона и в частности с отделом № 5 (зав. отд., к.т.н. А.К. Царюк). Начиная с 1950-х гг. развитие сварочного производства завода происходило в тесном сотрудничестве с ИЭС в вопросах: исследования, разработки и внедрения новых технологических процессов сварки; оптимизации существующих заводских технологий с позиции свариваемости и применяемых сварочных материалов; внедрения нового современного оборудования для нужд завода, включая модернизацию специфического и уникального имеющегося.

Одной из последних совместных работ явилась разработка технологии изготовления корпуса рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины в сварно-литом исполнении из 4 частей с применением двух способов сварки: ручной дуговой для корневой зоны и автоматической для заполнения оставшейся части разделки (рис.). Проблемность работы заключалась в необходимости изготовления сложного и точного по геометрии изделия с высотой сварных швов 150 ÷ 230 мм.

В настоящее время АО «Турбоатом» работает рентабельно, имеет портфель заказов на ближайшие 3,5 года. Такое положение дел стало возможным, в т.ч., благодаря одобренной Кабинетом Министров Украины Программе развития гидроэнергетики на период до 2026 г., а также согласно действующей программе импортозамещения.



Сотрудники АО «Турбоатом» получили награды Кабмина и Рады.

По случаю 85-й годовщины АО «Турбоатом» работники завода награждены грамотами и благодарностями Кабинета министров Украины и Верховной Рады Украины. Награды вручил ген. дирек-



тор «Турбоатома» Виктор Субботин. Он поблагодарил всех присутствующих за самоотверженный труд, который является залогом развития и процветания предприятия.

В частности, Почетные грамоты Кабмина Украины получили: корпоративный секретарь — начальник отдела корпоративного управления Т. Даценко; начальник управления организационной работы Е. Ильминский; дефектоскопист 5 разряда центральной заводской лаборатории Т. Комликова; заместитель главного инженера О. Очкур; токарь-расточник 6 разряда паротурбинного цеха В. Харченко.

Благодарности премьер-министра Украины объявлены: начальнику управления сбыта и таможенных процедур А. Мартыненко; начальнику производственнодиспетчерского управления А. Бударину; электросварщику ручной сварки 6 разряда цеха механообрабатывающего и сварочного производства Г. Кирику; токарю 5 инструментального цеха А. Лукьяненко; слесарю механосборочных работ 5 разряда цеха разных деталей А. Сыкало.

Почетные грамоты Верховной Рады Украины вручены: заместителю генерального директора О. Цыганенко и начальнику управления труда и заработной платы В. Белову.

Грамоты Верховной Рады Украины получили: заместитель генерального директора И. Приходько; начальник производства В. Мыщык; начальник управления складской логистики В. Мороз; начальник цеха разных деталей И. Андрейченко; водитель автотранспортных средств автотранспортного цеха В. Бойко; обрубщик 5 разряда цеха механообрабатывающего и сварочного производства А. Василенко; слесарь-электрик по ремонту электрооборудования 8 разряда электроремонтного цеха В. Гулиев; токарь 6 разряда ремонтно-механического цеха М. Федорищев; токарь 6 разряда сборочно-испытательного цеха В. Шукалович.

Также шестнадцать работников «Турбоатома» получили почетные грамоты и благодарности от Харьковской облгосадминистрации, областного совета, Харьковского городского совета, мера Харькова и администрации.

Поздравляем руководство и коллектив АО «Турбо-атом» с 85-летием!

Желаем успешной и плодотворной работы на протяжении многих лет, новых свершений и достижений! ИЭС им. Е.О. Патона, НТК ИЭС им. Е.О. Патона, Совет Общества сварщиков Украины, редакция и редколлегия журнала «Сварщик»

1812

Направления научных исследований и разработки отдела «Сварка легированных сталей» ИЭС им. Е.О. Патона

В.Д. Позняков, чл.-корр. НАНУ, д. т. н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Отдел сварки легированных сталей был создан 1 апреля 1982 г. в связи с необходимостью развития научных исследований в области сварки легированных сталей и расширением работ по созданию и освоению в производстве новых сварочных технологий, материалов и оборудования для изготовления из этих сталей высокоэффективных сварных конструкций ответственного назначения. В состав отдела были включены лаборатории В.Ф. Мусияченко (отдел № 5), В.И. Кирьякова (отдел № 15) и группа В.Г. Гордонного (отдел № 11).

Основные научные направления тематики отдела «Сварка легированных сталей» были сориентированы на:

- развитие теоретических основ сварки легированных высокопрочных сталей специального и общего назначения;
- исследование и разработку эффективных металлургических процессов сварки легированных высокопрочных сталей в защитных газах сплошными и порошковыми проволоками, под плавлеными и керамическими флюсами, штучными электродами и др.;
- разработку специальных сварочных материалов и технологий изготовления из легированных высокопрочных сталей экономичных и надежных в эксплуатации сварных конструкций, подвижного транспорта специального назначения, карьерных, шагающих экскаваторов и др. горной техники, автомобилей особо большой грузоподъемности, высокопроизводительных строительных и дорожных машин, уникальных инженерных сооружений.

Создателем и первым руководителем отдела был д.т.н. В.Ф. Мусияченко. С 1989 по 2001 гг. отдел возглавлял к.т.н. В.Г. Гордонный, а с 2001 по 2002 гг. д.т.н. Л.И. Миходуй. С 2002 г. отделом руководит чл.-кор. НАН Украины, д.т.н. В.Д. Позняков.

Вопросами сварки высокопрочных конструкционных сталей, используемых в тяжелом машиностроении, в отделе занимается группа сотрудников, которую в разные годы возглавляли В.Ф. Мусияченко и Л.И. Миходуй. В 1980-1990-е гг. прошлого столетия в отделе получили дальнейшее развитие работы по изучению, созданию технологических процессов и разработке материалов для дуговой сварки хладостой-

ких бейнитно-мартенситных высокопрочных сталей с пределом текучести 590-860 МПа.

Разработанные на основе этих исследований технологические процессы сварки широко использовались при изготовлении металлоконструкций: стрел и опорных частей автокранов большой грузоподъемности из стали 14ХГН2МДАФБ на ПО «Краян» (Одесса), гидроподъемников из экономнолегированной стали 17Х2М на Мелитопольском заводе «Гидромаш»; шахтных крепей из стали 14ХГ2САФД на Дружковском машиностроительном заводе. Опыт эксплуатации металлоконструкций из высокопрочных сталей свидетельствует об их высокой надежности и работоспособности. Не забыты были и ранее налаженные производственные связи с предприятиями РФ. Так, для изготовления металлоконструкций рабочих органов экскаваторов большой единичной мощности из стали 12ГНЗМФАЮДР на ПО «Уралмаш» (Екатеринбург) в ИЭС им. Е.О. Патона была разработана проволока сплошного сечения Св-10ХГН2СМ-ФТЮ Ø 1,2 мм для механизированной сварки в защитных газах.

Потребность в снижении веса металлоконструкций автокранов и строительно-дорожной техники вызвала необходимость применения при их изготовлении высокопрочных сталей с пределом текучести до 1000 МПа. Остро встал вопрос о создании сварочных материалов и технологии сварки таких сталей. Учитывая это, в середине 1990-х гг. в отделе в сжатые сроки была разработана и апробирована в промышленных условиях новая сварочная проволока сплошного сечения марки Св-10Х-Н2Г2СМТ для механизированной сварки в смеси газов (82 % Ar + 18 % $\rm CO_2$). Созданная на ее основе технология сварки нашла применение при изготовлении крановых металлоконструкций из стали $\rm StE-960$ на Одесском СП «Кранлод».

Предложенные технологические процессы сварки с учетом оптимальных условий охлаждения металла сварных соединений позволили получить качественные металлоконструкции с высокими эксплуатационными и технологическими свойствами благодаря образованию структур с высокой сопротивляемостью хрупкому разрушению.

В начале XXI века продолжались работы по внедрению новых технологий сварки при изготовле-



Рис. 1. Железнодорожная платформа модели 13-7024

нии строительных металлоконструкций и металлоконструкций подвижного состава железнодорожного транспорта из высокопрочных сталей с пределом прочности 560-590 МПа. В 2000 гг. проведен комплекс работ по исследованию свариваемости микролегированных с карбонитридным упрочнением сталей таких, как 10Г2ФБ, 06ГБ, 06Г2Б и S 355. Разработанные на основе проведенных исследований технологические процессы дуговой сварки внедрены при изготовлении уникальных механизмов и сооружений.

Так, на ОАО «Крюковский вагоностроительный завод» налажен серийный выпуск платформ контейнеровозов из стали 10Г2ФБ. Замена в платформах стали 09Г2С на новый микролегированный материал с карбонитридным упрочнением обеспечит ресурс эксплуатационной прочности платформ модели 13-7024 до 32 лет (рис. 1).

В 2007 г. разработана технология и осуществлен авторский надзор за сваркой замыкающего стыка спиральной камеры и напорного водовода гидроагрегата № 1 Днестровской ГАЭС (г. Новоднестровск) (рис. 2). Выполняли это стыковое соединение толщиной 32 мм с V-образным раскрытием кромок из стали 09Г2С ручной дуговой сваркой покрытыми электродами с применением способа «поперечная горка».



Рис. 2. Спиральная камера гидроагрегата № 1 Днестровской ГАЭС

Из стали 06ГБ класса прочности С390 толщиной 20-30 мм с применением механизированной сварки в смеси газов (82 % Ar + 18 % $\rm CO_2$) проволокой сплошного сечения изготовлены металлоконструкции резервуара емкостью 50 000 м³ при модернизации резервуарного парка в г. Мозырь (Республика Беларусь) на участке магистральных нефтепроводов.

В рамках подготовки к проведению футбольного чемпионата ЕВРО-2012 сотрудники отдела «Сварка легированных сталей» принимали активное участие в разработке и внедрении технологии сварки металлоконструкций навеса над НСК «Олимпийский» (Киев) в период его реконструкции (2010-2011 гг.) (рис. 3). В очень сжатые сроки оценена свариваемость стали S 355 J2 толщиной 16-100 мм. Разработаны и аттестованы процессы автоматической сварки под слоем флюса, механизированной в защитных газах и ручной дуговой сварки этой стали, которые применялись в процессе изготовления и монтажа колонн и колец при строительстве стадиона.

Накопленный опыт строительства таких сооружений способствовал выполнению новой задачи, а именно: разработке технологии и проведению авторского надзора при изготовлении металлоконструкций трубчатого сечения из стали 10Г2ФБ во время строительства нового футбольного стадиона



Рис. 3. НСК «Олимпийский» (Киев)

на 45 000 зрителей в г. Казань (Татарстан, РФ).

Начиная с 1990-х гг., специалисты отдела приступили к работам по созданию высокопроизводительных технологий сварки и наплавки ответственных изделий и узлов железнодорожного транспорта. Первые работы в этом направлении выполнялись совместно с профильным институтом ВНИИЖТ (Москва) и были связаны с созданием новых технологий одно- и двухдуговой наплавки под слоем флюса гребней цельнокатанных колес грузовых вагонов при горизонтальном положении осей колесных пар (наплавка выполняется одновременно на двух колесах), внедренных на ремонтных предприятиях ВСЖД и ЗСЖД, а в последующем развиты на др. предприятиях РЖД. В этих работах принимали активное участие В.Г. Гордонный, А.А. Гайворонский, В.А. Саржевский, В.А. Ящук и В.Ф. Горб. В отличие от ранее созданных технологий, новые разработки позволили в два раза повысить производительность процесса. При этом впервые были выполнены исследования влияния термодеформационного цикла наплавки на структуру и свойства высокопрочной колесной стали марки 2, которые позволили оптимизировать погонную энергию наплавки и температуру предварительного подогрева при применении новых сварочных материалов, обеспечивающих повышенную надежность и износостойкость восстановленных колес.

В последующем, в конце XX и начале XXI века, были проведены всесторонние исследования влияния технологических режимов наплавки, системы легирования наплавленного металла, способа наплавки на изменение структуры и свойств металла колес, содержание водорода в наплавленном металле, напряженное состояние и стойкость высокоуглеродистых сталей против образования трещин под действием статического и циклического нагружения. Данные исследования были выполнены при участии А.А. Гайворонского, В.А. Саржевского, А.В. Клапатюка и В.А. Ящука, а также сотрудников отдела № 22 при исследованиях структурно-фазового состава наплавок колесной стали и сотрудников отдела № 2 – при исследовании износостойкости наплавленного металла. Результаты проведенных исследований позволили усовершенствовать технологии восстановления наплавкой профиля катания колес, оптимизировать требования к подготовке колес перед наплавкой, к выбору и подготовке наплавочных материалов, к технике наплавки, к условиям послесварочного охлаждения колес после наплавки. В 2002 г. технология восстановления гребней колес грузовых вагонов с применением двухдуговой наплавки под слоем флюса широко внедрена на ремонтных предприятиях ГП «Укрзализница», данным способом наплавляется 100 % колес, подлежащих восстановлению. Разработана также технология восстановления наплавкой изношенных железнодорожных колес по всему профилю катания, которая готова к промышленному внедрению.

На протяжении 2010-2012 гг. разработаны, согласованы и в 2013 г. утверждены «Держспоживстандартом України» Технические условия Украины ТУ У 30.2—05416923-106:2013 «Відновлення дуговими процесами зварювання профілю поверхні кочення залізничних коліс».

Кроме технологий восстановления наплавкой грузовых колес разработаны и внедрены в производство технология наплавки под слоем флюса центров локомотивов (ЗСЖД, Новосибирск), а также технология восстановления наплавкой в среде защитных газов резьбы М110 роликовых колесных пар грузовых вагонов (ЗСЖД, Новосибирск; ЗабЖД,Чита). Разработаны также технологии восстановления наплавкой изношенных колес пассажирского трамвайного транспорта. К наиболее значимым разработкам в этом направлении относятся технологии наплавки в среде защитных газов профиля катания бандажей колес скоростных трамваев, которая внедрена в 2000 г. в г. Мозырь (Трамвайное управление ОАО «МНПЗ», Республика Беларусь), и вершин реборд бандажей колес трамваев, эксплуатирующихся в Киеве (2004 г., ГП «Киевпастранс»). Разработчики данных технологий А.А. Гайворонский и В.А. Ящук. В настоящее время выполняется работа по внедрению технологии наплавки под слоем флюса реборд бандажей колес скоростных трамваев в Киеве. Работу курируют В.А. Саржевский и А.С. Шишкевич.

Особое направление исследований в отделе составляет разработка сварочных материалов и технологий сварки и наплавки ответственных деталей подвижного состава и путей железнодорожного транспорта. Работы в этом направлении выполняют В.М. Кирьяков и А.В. Клапатюк. Ими были разработаны порошковые проволоки, высокопроизводительные наплавочные электроды и технологии ремонта изношенных наклонных поверхностей подрессорных балок, пятников и подпятников соединительных балок, опорных поверхностей боковых рам и др. узлов грузовых вагонов. С 1996 г. на ремонтных предприятиях РЖД внедрены и в настоящее время широко применяются электроды марок АНП-13 и ЭЖТ-1 (твердость наплавленного металла 230-270 НВ), порошковые проволоки марок ПП-АН180МН (240-320 НВ) и ПП-АН180МС (260-370 НВ). На все сварочные материалы разработана нормативная документация и получены патенты РФ (№ 2104140, № 2394671, № 23007727, № 2225286). Сварочные материалы и технологии ремонта внесены в нормативную документацию по ремонтам подвижного состава РЖД (ТИ-АС-2010, TИ-05-01-06/HБ-2010, $TИ-TH\Pi-2010$).

В отделе разработана технология механизированной сварки в среде защитных газов продольно-

го стыка рельсового окончания крестовин железнодорожных стрелочных переводов. Новая технология сварки позволила снизить уровень динамических нагрузок на сердцевину крестовины и повысить ресурс её эксплуатации в 1,5 раза. Технология разработана на основе результатов комплексных исследований влияния термодеформационного цикла сварки на формирование структуры и свойств металла зоны термического влияния (ЗТВ) рельсовой стали М76. При этом были установлены температурные режимы при сварке соединения рельс, определено влияние технологических параметров на трещиностойкость соединений при статическом и циклическом нагружениях. Изделия с условным названием Дн365 (сварная крестовина железнодорожного стрелочного перевода) (рис. 4) прошли эксплуатационную проверку в условиях железнодорожного полигона «Кольцо» (г. Щербинка, РФ). Результаты испытаний показали высокую надежность изделий. Начиная с 2010 г. технология применяется при серийном изготовлении крестовин железнодорожных стрелочных переводов на ПАО «Днепропетровский стрелочный завод» (Днепропетровск), которые эксплуатируются на скоростных участках железной дороги Украины. Технология защищена патентом Украины № 91938 (10.09.2010 г.). Разработчики технологии В.М. Кирьяков, В.Д. Позняков, А.В. Клапатюк и А.А. Гайворонский.

В.М. Кирьяковым и А.В. Клапатюком разработаны самозащитная порошковая проволока ПП-АН278 и технология исправления сваркой дефектов литья сердечников железнодорожных цельнолитых, изготавливаемых из стали 110Г13. По сравнению с традиционной технологией ремонта электродами ЦНИИН-4, новая технология позволила повысить качество восстановленного металла и производительность наплавки. Разработаны, согласованы и в 2011 г. утверждены «Держспоживстандартом України» Технические условия Украины ТУ У 27.3-14367980-016:2011 «Исправление дефектов литья крестовин железнодорожных цельнолитых и сердечников сборных крестовин с применением дуго-

вых процессов сварки». Технология с 2011 г. промышленно применяется на заводе ПАО «Днепропетровский стрелочный завод» (Днепропетровск).

Создание ремонтно-сварочных технологий для восстановления целостности и продления ресурса безопасной эксплуатации карьерной техники (экскаваторы и машины большой грузоподъемности), а также базовых узлов прессового и дробильного оборудования это еще одно из важных направлений работ, которые успешно проводятся сотрудниками отдела, начиная с момента его создания.

Первые технологии сварки для ремонта металлоконструкций из высокопрочных сталей основывались преимущественно на результатах исследований свариваемости таких сталей, выполненных группой, возглавляемой В.Ф. Мусияченко еще в составе отдела № 5. Направлены они были на ремонт карьерной техники отечественного и зарубежного производства, а их активное внедрение началось со второй половины 1980-х гг.

Только в 1988 г. в г. Костомукша (Карелия) на заводе по ремонту горного оборудования по разработанной в отделе технологии с использованием, созданных в ИЭС им. Е.О. Патона высокопроизводительных электродов марки АНП-6П, было отремонтировано и произведен монтаж 37 кузовов автомобилей БелАЗ-7519 грузоподъемностью 110 тонн.

В начале 1990-х гг. на Томусинском заводе (Кузбасс) при непосредственном участии сотрудников отдела Л.И. Миходуя и В.Д. Познякова был выполнен комплекс работ по внедрению технологии высокопрочной стали 14ХГН2МДАФБ применительно к ремонту и усилению балок-рукоятей экскаваторов РН-2300 с объемом ковша 25 м³. После ремонта металлоконструкций экскаваторы продолжали эксплуатироваться в проектном режиме на угольных разрезах «Сибиргинский» и «Междуреченский».

Во второй половине 1990-х гг. в отделе были разработаны и внедрены на Полтавском ГОК-е ремонтно-сварочные технологии для восстановления целостности балок-рукоятей экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-12 и ЭКГ-15.





Рис. 4. Сварная крестовина железнодорожного стрелочного перевода

Новый виток развития работ по созданию сварочных технологий для целей ремонта получил в начале 2000 гг. В это время отдел приступил к выполнению специальных исследований, направленных на изучение особенностей сварки при ремонте. Они включали оценку влияния сварки в жестком контуре на напряженно-деформированное состояние, структуру, механические свойства металла швов и ЗТВ сварных соединений, их сопротивляемость образованию холодных трещин, изыскание нетрадиционных способов снижения уровня остаточных напряжений в ремонтируемых узлах, поведение восстановленных соединений при дальнейшей эксплуатации. Впоследствии результаты указанных исследований были положены в основу создания сварочных технологий, направленных на ремонт крупногабаритных цельнолитых базовых узлов прессового и дробильного оборудования.

Одна из наиболее значимых для отдела работ в этом направлении была выполнена в 2001 г. По заказу Нижнеднепровского трубного завода им. Карла Либкнехта в ИЭС им. Е.О. Патона была разработана технология и осуществлено инженернотехническое сопровождение работ при ремонте станины пресса усилием 10 000 тс, основного технологического оборудования колесопрокатного цеха. В процессе выполнения работ в элементах цельнолитой конструкции из стали 35Л толщиной 160-200 мм было удалено 7 трещин общей протяженностью более 5 м и выполнена сварка поврежденных участков. После ремонта станина, которая является базовым узлом пресса, проработала в проектном режиме еще 10 лет. Организация и общее руководство ремонтными работами, которые были выполнены в рекордно короткие сроки (30 дней), осуществлялась Позняковым В.Д. и главным сварщиком «Днепропетровского завода металлоконструкций им. И.В. Бабушкина» Дудой Н.И. Более активно работы в этом направлении начали развиваться в последующие годы.

В период с 2003 по 2005 гг., с использованием разработанных в отделе ремонтно-сварочных

технологий, на ДОФ ОАО «Карельский окатыш» (г. Костомукша, Республика Карелия) был выполнен комплекс работ по ремонту и восстановлению главных узлов дробильного оборудования горнообогатительного комбината. Авторский надзор за выполнением работ выполняли сотрудники ИЭС им. Е.О. Патона А.А. Гайворонский, С.Л. Жданов, А.В. Клапатюк, В.А. Ящук, Ю.А. Симоненко, П.А. Стрижак и В.В. Максимишин. За указанный период было отремонтировано 13 станин дробилок крупного, среднего и мелкого дробления, 3 опорных кольца и 2 дробящих конуса.

С 2008 г. по инициативе Ю.В. Демченко отдел начинает активно и плодотворно сотрудничать с молодой, но активно развивающейся фирмой «Стил Ворк» (Кривой Рог, генеральный директор Панфилов А.И.), специализирующейся на ремонте горного оборудования. Благодаря такому сотрудничеству, которое продолжается в настоящее время и имеет хорошие перспективы на будущее, создаваемые в отделе ремонтно-сварочные технологии, существенно расширили сферу применения. Уже в 2009 г. совместными усилиями группы специалистов отдела, которую возглавил А.А. Гайворонский, и фирмы «Стил Ворк» был осуществлен ремонт траверсы ККД-1500, бандажа окомкователя (сталь 50), лопатки вентилятора (сталь S890QL) и зубчатого венца обжиговой печи (сталь 45ГС) на ДОФ ОАО «Полтавский ГОК». В 2010-2011 гг. на ОАО «Ингулецкий ГОК» был выполнен ремонт роторов тягодутьевых машин VZ-32 и VZ-42, а также восстановление мельницы самоизмельчения ММС-70-23, а в 2012-2013 гг. ремонт шкивов скипоподъемных машин типа ЦШ4х8М на шахте «Октябрьская» в г. Кривой Рог.

Знаковой для обеих организаций стала работа по восстановлению сваркой рамы автосамосвала САТ-785С (рис. 5), которая выполнялась в 2012 г. по заказу ОАО «НК ГОК» (Кривой Рог). В процессе выполнения ремонта с использованием сварки и резки была осуществлена замена центральной поперечной опоры рамы (рис. 6). Для этого потре-



Рис. 5. Автосамосвал САТ 785С, грузоподъемность 135 т



Рис. 6. Ремонт рамы

Рис. 7. Достижения отдела «Сварка легированных сталей»

бовалось удалить, а затем сварить отдельные фрагменты продольных балок рамы. До этого подобный ремонт выполнялся только в Германии.

Работы по созданию ремонтно-сварочных технологий выполняются отделом и в настоящее время. Об этом свидетельствует то, что в период с 2012 по 2018 гг. на различных предприятиях Украины по нашим технологиям было восстановлено более 20 уникальных крупногабаритных узлов и корпусов технологического оборудования, эксплуатируемого на металлургических, горнодобывающих и перерабатывающих предприятиях. Среди них корпус регенератора каталитического крекинга P-202 (ЗАО «ЛИНИК», Лисичанск), вал привода скипоподъемной машины (Запорожский ЖРК, Запорожье), станина и зубчатые колеса прессов кузнечной линии (Луцкий подшипниковый завод), станина дробилки крупного дробления MESTO550 (ЗСМ, Житомирская обл.), станины прокатного оборудования (Нижнеднепровский ТПЗ, Никопольский ТЗ).

Опыт, накопленный отделом при ремонте металлоконструкций различного назначения, показал, что только комплексный подход, включающий оценку состояния металлоконструкции, моделирование технологических процессов, авторский надзор за ходом выполнения работ, к реализации которых привлекаются высокопрофессиональные специализированные организации, позволяет в короткий срок и с высоким качеством решать проблемы восстановления и продления ресурса уникальных конструкций.

В январе 2017 г. в состав отдела вошла лаборатория «Сварка в строительстве». В разные годы лабораторией руководили к.т.н. В.А. Ковтуненко (1992 – 2008 гг.) и А.Г. Синеок (2008 - 2017 гг.). В настоящее время лабораторию возглавляет к.т.н. С.Л. Жданов, а сотрудник ИЭС им. Е.О. Патона А.Г. Синеок, имеющий многолетний опыт в разработке и внедрении технологий сварки в строительстве, в частности, при изготовлении и монтаже сварных мостовых конструкций, является его заместителем.

Сотрудники лаборатории выполняют исследования конструктивно-технологической прочности сварных соединений и узлов строительных конструкций, разрабатывают технологии сварки при изготовлении, монтаже сварных конструкций и ре-

монтно-восстановительных работах, проводят исследования современных сварочных материалов и прогрессивных технологий сварки применительно к изготовлению строительных металлоконструкций. Они осуществляют научно-техническое и технологическое сопровождение строительных объектов, среди которых автодорожные и совмещенные мосты, резервуары, корпуса доменных печей, башни-трубы, сварные конструкции из труб, выставочные центры, структуры навесов стадионов, ангары, каркасы высотных зданий и др.

В разные годы при участии сотрудников лаборатории были созданы такие уникальные конструкции, как цельносварная телевизионная вышка, скульптура Родины-мать музея Великой Отечественной войны, крытая спортивная арена в Киеве. Построены автодорожные мосты в городах: Каменец-Подольский, Запорожье, Днепродзержинск, Киев, Днепропетровск, а также система транспортных эстакад в Одесском морском порту (рис. 7).

В последние годы сотрудники лаборатории принимали активное участие в работах при сооружении и ремонте доменных печей на комбинате «Азовсталь», Енакиевском, Криворожском металлургических комбинатах, при строительстве и монтаже Выставочного центра на Броварском шоссе в Киеве, при изготовлении конструкций покрытия стадиона ФК «Днепр» (Днепр) и реконструкции НСК «Олимпийский» (Киев). Разработанные лабораторией технологии сварки и монтажа металлоконструкций из труб внедрены при строительстве терминала Д в аэропорту Борисполь.

Работы по созданию надежных технологий сварки строительных металлических конструкций продолжаются и в настоящее время. Наиболее значимые из них это работы, связанные с проектированием, изготовлением и монтажом строительных металлических конструкций Подольского мостового перехода в Киеве, а также автотранспортной магистрали через р. Днепр в Запорожье.

9# 1813

www.welder.stc-paton.com • 2(126) 2019 СВАРЩИК

Обзор критериев допустимости поверхностных трещинообразных дефектов трубопроводных систем

А.С. Миленин, к.т.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

На основе обзора основных нормативных документов проведен критический анализ существующих критериев предельного состояния трещинообразных дефектов трубопроводных систем и сосудов давления. Рассмотренные критерии оценены с точки зрения их консервативности. Обозначены основные пути дальнейшего развития методологий исследования состояния трубопроводных систем с обнаруженными дефектами.

Трещинообразные дефекты трубопроводных систем и сосудов давления являются характерными и наиболее опасными видами геометрических аномалий. В частности, в случае постоянного контакта внутренней или внешней поверхности металла с агрессивной средой возможно формирование групп стресс-коррозионных поверхностных трещин [1, 2]. Кроме того, трещинообразные дефекты могут появляться в области сварных швов в результате термодеформационных процессов при локальном сварочном нагреве [3]. При обнаружении таких дефектов эксплуатирующихся конструкций методами неразрушающего контроля необходим анализ их допустимости с позиций известных условий и параметров эксплуатации для принятия решения о ремонте конструкции.

Основная сложность в описании состояния конструкции с трещиной является локальность процессов, определяющих развитие дефекта: линейный размер области напряженно-деформированного состояния у вершины трещины, определяющей ее поведение во времени, не превышает нескольких мм (размер области Ирвина), тогда как характерный размер конкретной конструкции может исчисляться десятками м [4]. По мере совершенствования диагностического оборудования и развития теоретических основ механики разрушения менялись и критерии допустимости трещинообразных дефектов применительно к конструкциям различного назначения. Данная работа посвящена обзору и критическому анализу актуальных стандартизированных методологических подходов по оценке предельного состояния трубопроводных систем с обнаруженными дефектами типа поверхностных трещин.

В зависимости от характера напряженно-деформированного состояния металла в области трещи-

нообразного дефекта, а также способа приложения внешней нагрузки можно выделить несколько механизмов разрушения: хрупкий, в случае линейных упругих деформаций; упруго-пластический, при выраженном пластическом течении металла в области концентратора; усталостный, имеющий место при циклических силовых нагрузках; разрушение при ползучести. В данной статье рассмотрены в основном критерии хрупко-вязкого разрушения, наиболее соответствующие условиям эксплуатации промышленных трубопроводных систем [5, 6].

В основе большинства подходов по оценке предельного состояния трещины в конструкции, находящейся в условиях сложного нагружения, зачастую положены основные приближения линейной упругой механики разрушения. И несмотря на то, что непосредственно подобная методология может быть применима только в очень ограниченном числе случаев, она остаётся актуальной. В частности, в работах Инглиса и Гриффитса был предложен энергетический подход оценки необходимых условий роста (зарождения) трещины с точки зрения баланса упругой энергии в материале, обусловленной внешним силовым воздействием, и энергией, необходимой для появления свободной поверхности используемого конструкционного материала [7, 8]. Так, в частности, на основе приближенной оценки величины растягивающих напряжений в области геометрического концентратора (вершины трещины) при условии упругого характера деформирования материала трещина нормального отрыва находится в равновесном состоянии, если прикладываемое одноосное напряжение σ_{ℓ} удовлетворяет соотношению:

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{E \cdot \gamma}{\pi \cdot c}} \,, \tag{1}$$

где E — модуль Юнга; γ — поверхностная энергия конструкционного материала; c — полудлина трещины в приближении полуэллиптической формы ($puc.\ 1$).

В дальнейшем предлагались различные поправки в уравнении Гриффитса (1), которые давали возможность учёта пластической составляющей деформаций в области вершины трещины. В частности, заслуживает внимания соотношение, предложенное Ирвином и Орованом [9]:

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{E \cdot (\gamma + \gamma_p)}{\pi \cdot c}}, \qquad (2)$$

где γ_p — работа пластического деформирования на единице образующейся поверхности трещины (зачастую $\gamma_p >> \gamma$).

Позднее Ирвин предложил энергетический подход к оценке возможности подрастания трещины, суть которого сходна с подходом Гриффитса, но форма является в ряде случаев более удобной для инженерного анализа. Так, определено понятие скорости высвобождения энергии G, которая является мерой удельной энергии, необходимой для роста дефекта. Здесь под скоростью необходимо понимать производную не по времени, а по приросту длины трещины, т.е. $G = -\partial \Pi/\partial c$, где Π – потенциальная энергия конструкционного элемента, обусловленная действием деформирующих сил [10]. При этом критерием роста трещины является превышение значением G некоторой критической величины, определяемой вязкостью разрушения материала.

Важным этапом в развитии анализа допустимости является серия так называемых двухпараметрических методов LnSecant, которые в тех или иных модификациях появляются в более поздних стандартах и рекомендациях. К ним относятся, в частности, соотношения NG-18, предложенные Ханом, Макси и Кифнером [11]:

$$\frac{12 \cdot \left(\frac{C_V}{A_C}\right) \cdot E \cdot \pi}{4 \cdot (2 \cdot c) \cdot \sigma_{flow}^2} = \ln \left[\sec \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{M_p \cdot \sigma_B}{\sigma_{flow}}\right) \right], \quad (3)$$

где

$$M_{p} = \begin{cases} \sqrt{1 + \frac{2.5 \cdot (2 \cdot c)^{2}}{D \cdot t} - \frac{0.54 \cdot (2 \cdot c)^{4}}{(D \cdot t)^{2}}}, & \text{при } \frac{(c)^{2}}{D \cdot t} \leq 50; \\ 0.32 \cdot \frac{(2 \cdot c)^{2}}{D \cdot t} + 3.3, & \text{при } \frac{(2 \cdot c)^{2}}{D \cdot t} > 50, \end{cases}$$
(4)

 σ_{flow} — напряжение пластического течения; σ_{B} — предел прочности; D — диаметр трубопровода в области дефекта (puc. 1, δ); t — толщина стенки трубопровода; C_{V} — максимум энергии Шарпи; A_{C} — площадь поперечного сечения образца Шарпи, который использовался в испытаниях.

Большинство упруго-пластических критериев допустимости трещинообразных дефектов могут быть условно разделены на два класса:

- основанный на расчете J-интеграла (CDF-J) и/ или критического раскрытия трещины (CDF-CTOD);
- базирующийся на двухпараметрических диаграммах разрушения (FAD), которые, чаще всего, выражаются как функциональная зависимость между отношениями фактического коэффициента интенсивности напряжений к кри-

тическому $K_{r}=K_{\it l}/K_{\it lC}$ и приложенной нагрузки к предельной $L_{\it r}.$

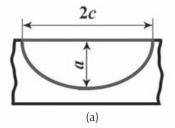
Непрерывно развивающиеся стандарты по оценке допустимости трещинообразных дефектов трубопроводных систем и сосудов давления, разрабатываемые ведущими научно-исследовательскими организациями всего мира, дают возможность надёжной и наименее консервативной оценки состояния дефектной конструкции в зависимости от полноты и точности исходных данных о свойствах используемого материала, эксплуатационных параметрах, геометрии конструкционного элемента с трещиной. Достаточно последовательно и полно вопрос такого анализа рассмотрен в европейской процедуре SINTAP, в которой были применены и получили дальнейшее развитие многие современные подходы по анализу состояния конструкций с трещинами [12, 13]. Так, методика CDF-J, включенная в SINTAP, реализована исходя из следующих соотношений по расчёту критического значения Ј-интеграла:

$$\begin{cases}
J = \frac{J_e}{f^2(L_r)}; \\
J_e = \frac{K^2}{E'},
\end{cases}$$
(5)

где:

$$E' = \begin{cases} \frac{E}{1 - \upsilon^2}, & \text{при условиях плоского} \\ \text{деформированного состояния} \end{cases}$$
 (6)
$$E, & \text{при условиях плоского} \\ \text{напряжённого состояния} \end{cases}$$

 \updots — коэффициент Пуассона; f — некоторая заданная скалярная функция.



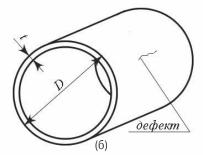


Рис. 1. Схематизация трещинообразного дефекта полуэллиптической трещиной (a) и геометрические размеры участка трубопровода с обнаруженным дефектом (б)

В случае расчета согласно методике CFD-CTOD, критическая величина раскрытия трещины предлагается следующей:

$$\delta = \frac{\delta_e}{\sigma_T \cdot f^2(L_r)} \,,$$
 где $\delta_e = \frac{K^2}{\sigma_T \cdot E'}; \sigma_T$ – предел текучести.

В процедуре SINTAP, как и в большинстве подобных современных стандартов, в зависимости от имеющихся данных об участке трубопроводной системы с одиночным трещинообразным дефектом предлагается несколько уровней оценки исходя из двухпараметрической диаграммы разрушения. Так как зачастую данные о свойствах конкретного конструкционного материала носят приближенный характер, то наиболее консервативным является первый уровень оценки, для которого достаточно знать его трещиностойкость, пределы прочности и текучести. Тогда, в случае если используемый материал характеризуется выраженной площадкой Людерса, то диаграмма разрушения имеет следующее математическое описание [14]:

$$f(L_r) = \begin{cases} \left(1 + 0.5 \cdot L_r^2\right)^{-\frac{1}{2}}, \text{ при } 0 \le L_r < 1; \\ L_r^{\frac{N-1}{2N}} \cdot \left(\lambda + \frac{1}{2 \cdot \lambda}\right)^{-\frac{1}{2}}, \text{ при } 1 \le L_r < L_r^{\text{max}}, \end{cases}$$
(8)

ГД

$$N = 0, 3 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_T}{\sigma_B}\right), \ \lambda = 1 + \frac{E \cdot \Delta \epsilon}{\sigma_T}, \ L_r^{\max} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\sigma_T + \sigma_B}{\sigma_T}\right)$$

– максимальное значение L_{\perp} .

В случае если деформация Людерса $\Delta\epsilon$ неизвестна, то её предлагается консервативно оценивать как $\Delta\epsilon=0.0375(1-\sigma_{_{\rm T}}/1000).$

Для материалов с непрерывным упруго-пластическим деформированием предельное состояние трещинообразного дефекта описывается следующим образом:

$$f\left(L_{r}\right) = L_{r}^{\frac{N-1}{2 \cdot N}} \cdot \frac{0,3+0,7 \cdot \exp\left(-\mu \cdot L_{r}^{6}\right)}{\left(1+0,5 \cdot L_{r}^{2}\right)^{\frac{1}{2}}}, \text{при } L_{r} < L_{r}^{\max}, \tag{9}$$

$$\begin{split} & \text{ fig. } \\ & N = 0, 3 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{_T}}{\sigma_{_B}}\right), L_{_T}^{\text{max}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\sigma_{_T} + \sigma_{_B}}{\sigma_{_T}}\right), \mu = \min \left(0, 6; 0, 001 \cdot \frac{E}{\sigma_{_T}}\right). \end{split}$$

В 1980 г. был разработан британский стандарт PD 6493, в основу которого был положен принцип критических деформаций раскрытия трещины, необходимый для развития разрушения [9]. Так, для реализации СТОО-методологии в рамках этого стандарта предлагается следующее соотношение критической деформации:

$$\delta = \frac{1}{E} \cdot \left[k_t \cdot (\sigma_b + \sigma_m) + \sigma_w \right], \tag{10}$$

где k_{\star} – коэффициент концентрации упругой состав-

ляющей напряжений; σ_{b} , σ_{m} , σ_{w} — изгибные, мембранные и вторичные напряжения, соответственно.

Более поздняя модификация этого стандарта предлагает многоуровневый анализ состояния трещинообразного дефекта конструкций, в т. ч. сварных. Важным соотношением, предложенным разработчиками, является двухпараметрический критерий, который целесообразно использовать при минимальной информации об упругопластических свойствах материала:

$$K_r = (1 - 0.14 \cdot L_r^2) \cdot (0.3 + 0.7 \cdot \exp[-0.65 \cdot L_r^6]).$$
 (11)

Современная редакция британской методики R6, разработанной для анализа состояния конструкционных элементов атомных электростанций с обнаруженными трещинами, имеет определённое сходство с описанным выше подходом PD 6493 [15]. Она основана на двухпараметрических диаграммах разрушения и включает три уровня рассмотрения допустимости трещинообразного дефекта в зависимости от имеющихся данных о свойствах материала конструкции, также как это имеет место в процедуре SINTAP и стандарте PD 6493. Так, первый уровень оценки предполагает минимальные сведения о материале и предлагает к использованию соотношение (11). В случае если имеется диаграмма нагружения для рассматриваемого материала, то критериальное соотношение следующее (второй уровень):

$$K_r = \frac{E \cdot \varepsilon_{ref}}{\sigma_T \cdot L_r} + \frac{L_r^3 \cdot \sigma_T}{2 \cdot E \cdot \varepsilon_{ref}}, \ L_r \le L_r^{\text{max}}. \tag{12}$$

Третий уровень оценки включает в себя упругопластический конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния конструкции с трещиной и вычисление J-интеграла. Необходимо также отметить, что методика R6 на каждом уровне оценки может включать следующие категории детального анализа: собственно зарождение разрушения, ограниченный стабильный рост трещины и спонтанное разрушение. Использование каждой из перечисленных категорий зависит от цели анализа.

Стандарт, разработанный Американским институтом нефти API 579 для оценки состояния магистральных трубопроводов с обнаруженными дефектами, включает в себя критерий оценки допустимости трещинообразного дефекта поверхности трубопровода, основанный на следующем математическом описании двухпараметрической диаграммы разрушения [16]:

$$K_r = \left\{ \left(\frac{E \cdot \varepsilon_{ref}}{L_r \cdot \sigma_T} + \frac{\sigma_T \cdot L_r^3}{2 \cdot E \cdot \varepsilon_{ref}} \right)^{-\frac{1}{2}}, \text{ если } 0 < L_r < L_r^{\max}; \ 1, \text{ если } L_r = 0. \right\}$$

Сравнение различных рассмотренных двухпараметрических диаграмм разрушения (свойства

2(126) 2019 СВАРЩИК

материала конструкции приняты следующими: $\sigma_T = 380~\mathrm{MHa}$, $\sigma_B = 620~\mathrm{MHa}$, $\alpha = 5,17$, n = 6,82) приведено на puc.~2. Из этих данных видно, что подход R6 является наименее консервативным, тогда как PD 6493 предполагает более консервативную оценку. Методики PD 6493, SINTAP и NG-18 LnSecant в основном различаются между собой в области существенного развития пластических деформаций.

Эффективная методология, учитывающая при оценке допустимости трещинообразного дефекта упрочнение материала при деформировании, была предложена Хатчинсоном в 1970 г., и, после дальнейшего развития и верификации в General Electric Corporation, была опубликована в 1981 г. как процедура EPRI (Electric Power Research Institute) [17]. Данный подход типа CDF-J заключается в расчете упругой J_{el} и пластической J_{pl} компонент J-интеграла с их дальнейшей суперпозицией:

$$J = J_{el} + J_{pl} \,. \tag{14}$$

В основу расчёта пластической компоненты в (14) положены предположения степенного характера диаграммы нагружения исследуемого материала (что характерно для абсолютно пластичных материалов), а также распределение напряжений у вершины трещины соответственно HRR-сингулярности. Исходя из вышесказанного, составляющие Ј-интеграла в рамках EPRI предлагается вычислять согласно следующим выражениям:

$$\begin{cases}
J_{el} = \frac{K_I^2 \left(a_{eff}\right)}{E}; \\
J_{pl} = \alpha \cdot \varepsilon_{flow} \cdot \sigma_{flow} \cdot (t - a) \cdot h_1 \left(a/t, n\right) \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^n,
\end{cases} (15)$$

где

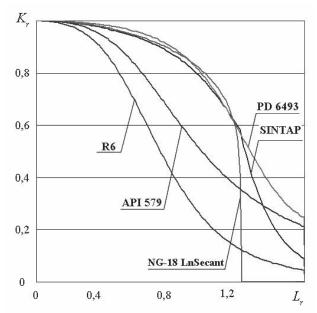


Рис. 2. Сравнение двухпараметрических диаграмм разрушения (FAD) согласно различным стандартам

$$a_{eff} = a + \left[1 + \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{\beta \cdot \pi} \cdot \left(\frac{n-1}{n+1}\right) \cdot \left(\frac{K_I(a)}{\sigma_{flow}}\right)^2\right]^{-1}; \ \alpha, \ n - 1 + \left[\frac{P}{P_0}\right]^{-1} \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{\beta \cdot \pi} \cdot \left(\frac{n-1}{n+1}\right) \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{\beta \cdot \pi} \cdot \frac{$$

константы уравнения Рамберга-Осгуда; $\varepsilon_{flow} = \sigma_{flow}/E$; h_1 — безразмерный параметр, зависящий от геометрии объекта и характера деформационного упрочнения материала; a — глубина трещины; P_0 — предельное внутреннее давление в трубопроводе; коэффициент $\beta=6$ в условиях плоского деформированного состояния и $\beta=2$ при плоском напряженном состоянии в области дефекта.

Ведомственный руководящий документ ВРД 39-1.10-032-2001 [18], разработанный для ОАО «Газпром» (РФ) предлагает для рассмотрения трещинообразных дефектов линейных частей магистральных газопроводов подход, основанный на численной оценке максимального допустимого давления $P_{\scriptscriptstyle 0}$ на участке трубопровода с обнаруженным трещинообразным дефектом исходя из следующего выражения:

$$P_0 = \frac{2 \cdot \sigma \cdot t}{D} \cdot \left(\frac{t - K_n \cdot a}{t - K_n \cdot a \cdot M^{-1}} \right), \tag{16}$$
 где $M = \sqrt{1 + \frac{2,64 \cdot c^2}{D \cdot t}}$.

Значение σ оценивается с учетом времени от начала эксплуатации до окончания рассчитываемого срока τ_{σ} (год) на основе следующих соотношений:

$$\sigma = \begin{cases} 0,95\frac{\sigma_{0,2} + \sigma_{_{B}}}{2}, \text{ если } \tau_{_{\sigma}} \leq 15; \\ \left[0,95 - 0,04\left(\tau_{_{\sigma}} - 15\right)\right]\frac{\sigma_{0,2} + \sigma_{_{B}}}{2}, \text{ если } 15 \leq \tau_{_{\sigma}} \leq 20; \end{cases} \tag{17}$$

$$\left[0,75 - 0,003\left(\tau_{_{\sigma}} - 20\right)\right]\frac{\sigma_{0,2} + \sigma_{_{B}}}{2}, \text{ если } \tau_{_{\sigma}} > 20,$$

где K_n — коэффициент, учитывающий конфигурацию стресс-коррозионных дефектов, принимаемый равным 0.7.

Безусловным достоинством этого подхода является попытка формализовать процесс старения металла и, как следствие, изменение его свойств, которое выражено в (17). Но основное соотношение (16) явно повторяет форму критериев, описывающих предельное состояние поверхностных локальных коррозионных потерь металла (вплоть до использования коэффициента Фолиаса *М*) [19-21], тогда как напряженно-деформированное состояние в области трещинообразного двумерного дефекта и трехмерного утонения стенки существенно различны. Поэтому применение (16) для оценки допустимости трещин в стенке трубопровода сопряжено со значительным консерватизмом, что является недостатком данного подхода.

Современной тенденцией в оценке допустимости трещинообразных дефектов является вероятностный анализ их допустимости и риск-анализ

2(126) 2019 СВАРЩИК

состояния дефектных трубопроводных элементов и ответственных конструкций [22-24]. Основной причиной развития этого направления механики разрушения является естественная стохастичность параметров, определяющих предельное состояние дефектной конструкции и необходимость количественной оценки взаимодействия факторов различной природы, а именно предыстории эксплуатации конструкции, которая привела к формированию дефекта, влияния различных видов ремонта на состояние дефектного участка, анализа общего состояния сложного промышленного комплекса, составной частью которого является дефектная трубопроводная система, учёт возможных последствий аварии и т. п. [25-26]. Кроме того, существующие подходы численного анализа напряжённо-деформированного состояния конструкции базируются на приближениях механики сплошной среды, что не всегда позволяет корректно описать состояние конструкции в области разрушения.

Основы вероятностной механики разрушения были заложены Вейбуллом [27-28], который предложил для описания величины вероятности разрушения трёхпараметрическую функцию распределения величины x следующего вида:

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\frac{(x - x_u)^m}{x_0}\right], \qquad (18)$$

где x_u , x_0 , m — параметры Вейбулла.

Основным преимуществом (18) является простота построения моделей разрушения, основанных на принципе слабого звена цепи. Как было показано Вейбуллом и в дальнейших исследованиях [29], распределение (22) может быть применено как для описания разброса значений прочностных характеристик металлов, усталостной прочности сталей, характеристик трещиностойкости, так и для количественной оценки вероятности разрушения в конструкциях в поле сложных концентрированных нагрузок. Поэтому использование современных методов расчёта напряжённо-деформированного состояния наряду с существующими критериями предельного состояния дефектных конструкций, а также основными принципами теории вероятности и риск-анализа позволяет выявлять новые закономерности в поведении конструкций с трещинообразными дефектами. Основным недостатком подобных методик является, прежде всего, необходимость большого количества экспериментальных исследований, необходимых для корректной оценки констант распределений, а также влияния на них основных технологических параметров, определяющих работоспособность конструкций.

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы:

Проанализированы основные существующие критерии предельного состояния поверхностных

трещинообразных дефектов трубопроводных систем. Приведены основные ограничения применимости и преимущества некоторых методологий.

Показано, что среди основных подходов, основанных на построении двухпараметрических диаграмм разрушения (FAD), наименее консервативными являются подходы LnSecant, SINTAP и R6, тогда как стандарты PD 6493 и API 579 предполагают более консервативную оценку.

Приведены основные тенденции в развитии методик оценки допустимости трещинообразных дефектов трубопроводных систем. Прежде всего, это касается статистических и вероятностных подходов, которые в настоящее время находят все большее применение при диагностике состояния систем АЭС и магистральных трубопроводов.

Список литературы:

- 1. Гумеров А.Г., Ямалеев К.М., Журавлев Г.В. Трещиностойкость металла труб нефтепроводов. М.: Недра, 2001. 231 с.
- 2. Басиев К.Д., Бигулаев А.А., Кодзаев М.Ю. Механо-коррозионные процессы в грунтах и стресс-коррозия в магистральных нефтегазопроводах. / Вестник владикавказского научного центра. \mathbb{N}_2 1. 2005. С. 47-53.
- 3. Stress corrosion cracking. Recommended practices, 2nd edition. Calgary: Canadian Energy Pipeline Association, 2007. 408 p.
- 4. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.Л. Николаев; Под ред. Б.Е. Патона М.: Маш-ние. 1996. 576 с.
- 5. Айнбиндер А.Б., Камерштейн А.Г. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость. М.: Недра, 1982. 341 с.
- 6. Estimation schemes to evaluate elastic-plastic J and COD for throughwall circumferentially cracked elbow under closing moment. // J.Chattopadhyay, A.K.S. Tomar, B.K.Dutta et al. / 18th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Beijing, China, August 7-12, 2005. P. 1796-1810.
- 7. Inglis C. E. Stresses in a plate due to the presence of cracks and sharp corners. Proc. Inst. Naval Architects. –Vol. 60. 1913. P. 219-230.
- 8. Irwin G. R. Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate. / Journal of Applied Mechanics. $-N_{\odot}$ 24 1957. P. 361-364.
- 9. Anderson T.L. Fracture mechanics: fundamentals and applications. Boca Raton: CRC Press LLC, 1995.-680 p.
- 10. Saouma V.E. Lecture notes in: fracture mechanics. Boulder: Dept. of Civil Environmental and Architectural Engineering University of Colorado, 2007. 446 p.
 - 11. Katz D., Gao M., Limon S., Krishnamurthy R.

Advances In Crack Assessment For Pipeline Integrity. Kiim/ 11th International Conference of Fracture, Turin, Italy, Mar. 20-25, 2005.

- 12. SINTAP defects assessment procedure for strength mismatched structures. // Y.-J. Kim, M. Kocak, R. A. Ainsworth et al. / Engineering fracture mechanics. N_0 67. 2000. P. 529-546.
- 13. Failure assessment diagram crack driving force diagram compatibility. Report/SINTAP/UC/05. // J. Ruiz Ocejo, F. Gutierrez-Solana, M.A. Gonzalez-Posada et al. Santander: Canales y Puertos Universidad de Cantabria Avda de los Castros, 1997. 18 p.
- 14. Navin D.P., Murthy D.S.R., Savitha S. Integrity Assessment of Circumferentially Cracked Pipes using Fracture Mechanics. / IE (I) Journal-MC. Vol. 88. 2007. P. 19-26.
- 15. Lam P.S. Comparison of fracture methodologies for flaw stability analysis for high level waste storage tanks. Aiken: Westinghouse Savannah River Company. 46 p.
- 16. Fitness-for-Service. American Petroleum Institute. Recommended Practice 579. First edition. Washington: API Publications and Distribution, $2000.-625 \,\mathrm{p}$.
- 17. Murthy R. Assessing the significance of cracks in structural components using fracture mechanics. / Journal of the Institution of Engineers. Vol. 84. 2003. P. 136-134.
- 18. ВРД 39-1.10-032-2001. Инструкция по классификации стресс-коррозионных дефектов по степени их опасности. М.: ООО «ВНИИГАЗ». 2001. 36 с.
- 19. Bjornoy O.H., Marley M.J. Assessment of corroded pipelines: Past, Present and Future. / Proc. of 11th International Offshore and Polar Engineering Conference. Stavanger, Norway, June 17–22, 2001. Vol. 1. P. 93-101.
- 20. Michalopoulos E., Babka S. Evaluation of pipeline design factors. Task report. Hartford: The Hartford Steam Boiler Inspection and Insurance Company, 2000. 94 p.

- 21. Bea R., Xu T. Risk assessment and management (RAM) based guidelines for requalification of marine pipelines. Berkeley: University of California, 2000. 157 p.
- 22. Muhlbauer W. K. Pipeline risk management manual: ideas, techniques and resources. Third edition. Burlington: Gulf Professional publishing, 2004. 395 p.
- 23. Махненко В.И., Великоиваненко Е.А., Олейник О.И. Риск-анализ как средство формализации принятия решений о внеплановом ремонте сварных конструкций. / Автомат. сварка. N 5. 2008. С. 5-10.
- 24. Методики проведения риск-анализа магистральных трубопроводов с целью декларирования их безопастности и продления срока експлуатации. // Ориняк И.В., Бородий М.В., Батура А.С. и др. / Целевая комплексная программа НАНУ «Проблемы ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, строений и машин». Сборник научных статей по результатам, полученными в 2007-2009 гг. Киев: Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, 2009. С. 18-21.
- 25. A new engineering method for prediction of the fracture toughness temperature dependence for RPV steels // B.Z. Margolin, A.G. Gulenko, V.A. Nikolaev et al. / International Journal of Pressure Vessels and Piping. \mathbb{N} 80. 2003. P. 817-829.
- 26. Guidelines for application of the master curve approach to reactor pressure vessel integrity in nuclear power plants. Edited by V.N. Lyssakov and Ki-Sig Kang. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. 104 p.
- 27. Weibull W. A statistical theory of the strength of materials. Stockholm: Generalstbens litografiska anstalts forlag, 1939. 45 p.
- 28. Weibull W. A statistical distribution function of wide applicability. / Journal of Applied Mechanics. September 1951. P. 293-297.
- 29. Weibull W. Fatigue testing and analysis of results. Oxford: Pergamon Press, 1961. 305 p.

1814

Высокопроизводительная сварочная установка для легких проволочных сеток

Сварочная сеточная установка NS200 от компании Schlatter предназначена для производства легких сварочных сеток в виде рулонов. Установка сконструирована с применением сварочных процессов с эксцентриковым приводом. В установке применена среднечастотная технология сварки (МF). Продольная и поперечная проволока подается с катушек или бухт, что исключает необходимость в дополнительных правильно-резательных станках. Весь процесс поддерживается современным ПЛК. Простое управление реализовано с помощью панели управления Siemens.

NS200 предназначена для изготовления сеток из тонкой проволоки Ø 0,5-2,5 мм. Поперечная проволока в зависимости от спецификации сетки подается по одной-две

штуки благодаря специальной системе транспортного и маятникового захватов на уровень электродов. Вытяжка сетки производится посредством подающей системы, расположенной за сварочным порталом и состоящей из трех обрезиненных вальцов. Благодаря этой системе возможна бесступенчатая ячейка.

Материал проволоки для NS200: холоднокатанная или холоднотянутая гладкая проволока; холоднотянутые оцинкованная или нержавеющая проволоки.

Технические характеристики: ширина сетки — 2100-2600 мм; продольная и поперечная ячейки — от 6 мм; диаметр продольных и поперечных стержней — 0,5-2,5 мм.

www.docplayer.ru

Получение металлических порошковых материалов распылением из проволок-анодов дуговой плазмой

А.В. Демчишин, д.т.н., Институт проблем материаловедения им. И.М. Францевича НАНУ, **М.А. Полещук,** к.т.н., **В.И. Зеленин,** к.т.н., **И.В. Доценко, И.М. Попович, В.М. Теплюк,** ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Объем потребления металлических порошков в сферической форме для 3D аддитивной технологии экспоненциально увеличивается в связи с ростом спроса на эти материалы в различных областях науки и техники. Это приводит к появлению в этой сфере новых производителей порошковых материалов и новых методов их производства.

Методы распыления порошков имеют ряд существенных преимуществ перед др. промышленными способами их получения, в частности распыление эффективно при получении порошков многокомпонентных сплавов, т. к. оно обеспечивает равномерное распределение всех компонентов в объеме каждой частицы порошка в ряде случаев с аморфной и наноструктурой, что позволяет получать изделия с высокими физико-механическими свойствами.

В мировой практике с целью получения металлических порошков для 3D печатания используются в основном газовое и плазменное распыление, индукционное плавление электрода с газовым распылением, плазменно-дуговое плавление с центробежным распылением [1-3].

В ИЭС им. Е.О. Патона разработана новая технология плазменно-дугового распыления проволок в порошки, где проволока используется также в качестве выносного анода. При этом для охлаждения плазмотрона применен аксиальный обдув охлаждающим газом, создающий поток плазмы ламинарного истечения, в котором происходит формирование распыленных частиц.

Широкий спектр выпускаемых проволок позволяет подобрать их по составу, как для получения упрочняющих и коррозионностойких порошков, так и для покрытий со специальными свойствами.

Целью данной статьи является разработка технологии получения качественных металлических порошков из проволочных материалов, используя их в качестве анодов, с помощью дуговых плазмотронов.

Для распыления проволок применяли аргонодуговой плазмотрон с вольфрамовым катодом, охлаждаемым инертным газом. Поджиг плазмотрона осуществлялся на охлаждаемый промежуточный анод, формирующий струю плазмы. После поджига электрический потенциал сразу же перебрасывался на

распыляемую проволоку, располагающуюся перед промежуточным анодом. Использование проволоки в качестве распыляемого анода значительно повышает КПД процесса, так как дуга горит между вольфрамовым электродом и проволокой, расплавляя ее, а энергия плазмы большей частью идет на распыление проволоки, а не нагрев плазмотрона. В связи с тем, что катод все время находится в аргоне, значительно увеличивается его стойкость. А выходящая аргонодуговая плазма позволяет, распыляя проволоку, далее формировать частицы в безокислительной среде.

Сформированный катодом, промежуточным анодом и проволокой, поток аргоновой плазмы аксиально обдувается по окружности охлаждающим потоком воздуха, одновременно охлаждающим плазмотрон, который качественно влияет на форму и состав плазмы.

Расход охлаждающего воздуха регулируется и, таким образом, создается возможность частично регулировать взаимодействие воздушного потока с плазмой.

На *рис.* 1 приведен расчетный вид плазменной струи: а – без обдува, б – с обдувом воздухом [4].

Режим обдуваемого потока подбирался таким образом, чтобы давление в плазменном потоке было равным давлению обдуваемого воздуха. Таким образом, создавались условия, когда контуры видимого конуса исходящей плазмы становятся почти параллельными, что говорит о незначительном смешивании газа плазмы с охлаждающим воздухом на начальном участке.

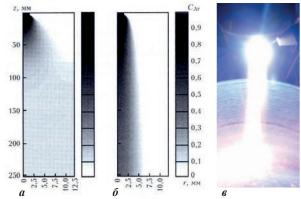


Рис. 1. Распределение относительной концентрации аргона в плазменной струе, истекающей в воздушное пространство: а – без обдува, б – с обдувом, в – истечение плазмы

2(126) 2019 СВАРЩИК

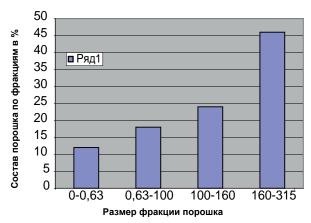


Рис. 2. Диаграмма распределения медного порошка по фракциям

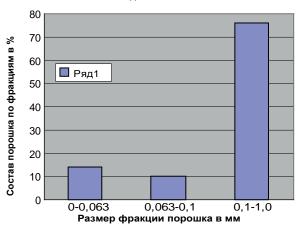


Рис. 3. Диаграмма распределения порошка стали 65Г по фракциям

Вид реально истекающего потока плазмы такого типа показан на рис. 1, в.

Полученные данные хорошо коррелируют с данными, полученными на расчетных моделях (puc. 1, a, 6) [4].

По-видимому, в связи со значительной разницей температур потока аргона плазмы и аксиально исходящего воздушного потока, резко смешанных потоков не наблюдается, что подтверждается расчетом и практикой. Таким образом, образуется зона, в которой используемые для напыления материалы практически не окисляются, что благоприятно влияет на качество порошка. Предположительно из-за высокой скорости истекаемого потока, эта зона распространяется на значительную длину до 150-200 мм, что позволяет с успехом использовать это явление на практике.

Из результатов моделирования, представленных в работе [4], концентрация аргона в струе для подобного ряда плазмотронов, при токе 200 А и расходе аргона 1 м³/ч в плазменной смеси на расстоянии 100 мм от среза сопла, составляет около 0,6 общего состава, что и подтверждалось нами на практике. Кристаллизация распыленных частиц проволоки происходит на расстоянии до 200 мм, и, следовательно, увеличение концентрации аргона в этой зоне необходимо для уменьшения окисления получаемых порошков. Это было

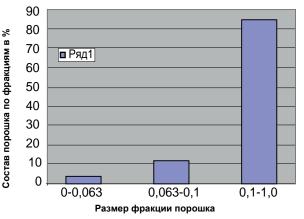


Рис. 4. Диаграмма распределения порошка стали X18H10T по фракциям

достигнуто увеличением расхода плазмообразущего газа в два раза - до $2-2.5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Исследования, проведенные на образцах порошков чистой меди, подтвердили данное предположение. Если в первом случае окислы наблюдались на образцах получаемых порошков на расстоянии более 100-150 мм от среза плазмотрона, то во втором случае интенсивные окислы на образцах появлялись на расстоянии более 150-200 мм от среза сопла плазмотрона.

На рис. 2 приведены данные по размеру частиц меди, полученные при распылении медной проволоки на расстоянии 50-200 мм от среза сопла плазмотрона.

Данные по распределению частиц порошков, полученных при распылении проволоки из стали 65Г и X8H10T, приведены на *рис. 3* и 4.

Исходя из изложенного выше можно сделать вывод: показана возможность получения металлических порошковых материалов распылением из проволок-анодов дуговой плазмой и разработана новая технология плазменно-дугового распыления этих проволок в порошки.

Литература

- 1. Терновой Ю.Ф., Баглюк Г.А., Кудиевский С.С. Теоретические основы процессов распыления металлических расплавов. Монография. Запорожье: Изд-во Запор-ой гос-ной инж-ой ак-мии, 2008. – 298 с.
- 2. Dawes J., Bowerman R. and Trepleton R. Introduction to the Aditive Manufacturing Powder Metallurgy Supply Chain. Johnson Matthey Technology Review, 2015, 59, (3), P. 243-256.
- 3. Advanced Powders and Coatings. Technology – AP&C. advancedpowders.com. 2015. http://advancedpowders.com/plasma-atomizationtechnology/our-technology/.
- 4. Харламов М.Ю., Кривцун И.В., Коржик И.В., Демьянов А.И. Влияние рода газа спутного потока на характеристики дуговой плазмы, создаваемой плазмотроном с проволокой – анодом // Автомат. сварка. – 2008. – № 6. – С. 19-24.

•# 1815

2(126) 2019 СВАРЩИК

Эксплуатация и обслуживание аппаратуры для газопламенной обработки металлов

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» (Краматорск)

Конструкция, технические характеристики, принцип действия и работа ручных газокислородных резаков (горелок) и жидкотопливных резаков были описаны ранее [1-4]. Вопросы эксплуатации аппаратуры для ручной кислородной резки заготовок имеют общие черты и рассмотрены в настоящей статье.

Эксплуатация инжекторных газокислородных резаков и горелок.

Перед началом работы газорезчик обязан осмотреть резак (горелку) и убедиться в отсутствии видимых механических повреждений. Далее резак (горелку) необходимо проверить на герметичность соединений, инжекцию и на горение и только после этого можно приступать к работе.

Проверка на герметичность.

С помощью гаечного ключа и отвертки проверяют надежность затяжки всех накидных и сальниковых гаек на резаке (горелке) и хомутов на резинотканевых рукавах. Визуально определяют целостность паяных соединений. Подают кислород и горючий газ к резаку (горелке) и голой рукой проверяют отсутствие утечек газов через разъемные и неразъемные соединения. Затем прекращают подачу кислорода и горючего газа к резаку (горелке).

Проверка на инжекцию.

Присоединяют к кислородному штуцеру рукав и подают кислород под давлением согласно паспорту; открывают вентили горючего газа и кислорода и убеждаются в наличии инжекции (разрежения) в канале горючего газа. При отсутствии разрежения в канале горючего газа приступать к работе запрещается. При наличии инжекции необходимо присоединить к резаку (горелке) резинотканевый рукав от источника горючего газа и установить давление согласно паспорту.

Проверка на горение и начало работы.

Открывают на 1/4–1/2 оборота вентиль подогревающего кислорода и на 1 оборот вентиль горючего газа и зажигают выходящую из мундштука горючую смесь. Устанавливают с помощью вентилей рабочий режим, при котором горючий газ полностью сгорает в факеле резака (горелки) и не образует вредных соединений (пламя должно быть белоголубого цвета). Выполняют резку или сварку.

Окончание работы.

Гашение пламени резака необходимо производить в следующем порядке: сначала закрывают

вентиль режущего кислорода, затем горючего газа. Вентиль подогревающего кислорода закрывают в последнюю очередь. При гашении пламени горелки в первую очередь закрывают вентиль горючего газа, затем кислородный вентиль.

Во время эксплуатации резака (горелки) необходимо следить за устойчивостью его (ее) работы, не допускать перегрева головки и мундштуков.

При нарушении устойчивой работы (изменение состава и несимметричная форма пламени, появление хлопков и обратных ударов пламени, нарушение герметичности соединений или рукавов) необходимо прекратить работу и устранить неполадки.

В случае обратного удара необходимо охладить наконечник, убедиться в отсутствии повреждений, подтянуть гайки, проверить инжекцию и продолжить работу. Если обратный удар повторился или резак (горелка) непрерывно хлопает, необходимо прекратить работу, установить причину нарушения и устранить ее. Если выяснить или устранить причину неисправности не удается на рабочем месте, резак или горелку передают в ремонтную службу.

Обслуживание инжекторных газокислородных резаков (горелок) и жидкотопливных резаков.

Обслуживание инжекторных газокислородных резаков (горелок) и жидкотопливных резаков включает в себя техническое обслуживание в период эксплуатации и регламентированное техническое обслуживание.

Результаты плановых осмотров и испытаний должны отражаться в «Журнале регистрации результатов осмотров, ремонта и испытаний газовых горелок и резаков».

Находящиеся в эксплуатации горелки и резаки должны подвергаться плановым осмотрам и испытаниям один раз в месяц.

Осмотры заключаются в выявлении неисправностей, при наличии которых нормально эксплуатировать резаки и горелки без проведения ремонта нельзя. В этом случае они разбираются и определяется объем ремонтных работ.

При осмотре резаков и горелок необходимо убедиться в том, что они соответствуют следующим требованиям:

 сальниковые гайки вентилей при вращении шпинделей не должны откручиваться, а маховички не должны иметь осевое или поперечное качание;

- вентили должны обеспечивать плавное регулирование расходов газов;
- гайки наконечника должны быть прочно затянуты на стволе и обеспечивать герметичность соединений;
- торцы внутреннего и наружного мундштуков ацетиленовых резаков, ввернутых в головку, должны быть на одном уровне (для резаков, работающих на газах-заменителях ацетилена, внутренний мундштук может быть утоплен в выходной канал наружного мундштука). Кольцевой выходной канал должен иметь равномерный зазор по окружности;
- для жидкотопливных резаков головка, трубки для подачи: керосина, режущего кислорода, подогревающего кислорода, инжектор и ствол должны быть прочно соединены друг с другом;
- не допускается деформация головки резака или горелки;
- на мундштуках не должно быть оплавлений;
- уплотняющие поверхности не должны иметь забоин, царапин, заусенцев;
- форма выходных каналов мундштуков не должна на быть нарушена, а поверхность не должна иметь царапин, заусенцев и забоин.

После осмотра, при наличии на внутренней или внешней поверхности видимых следов масла и жира, резаки и горелки должны быть обезжирены и осушены продувкой сухим очищенным воздухом или азотом.

Проверку герметичности всех соединений и вентильных узлов необходимо производить с использованием водной эмульсии мыла или путем погружения изделия в ванну с водой.

Проверку разрежения в газовом канале газокислородных резаков и горелок (отсутствия противодавления в керосиновом канале жидкотопливных резаков) необходимо производить с помощью вакуумметра, полоски бумаги, пальца руки или др. методом.

Эксплуатация жидкотопливных резаков.

Керосинорез эксплуатируется совместно с кислородными баллоном и редуктором, резинотканевыми рукавами и бачком для керосина.

Бачок для керосина должен иметь манометр или заменяющее его устройство. Наливать керосин в бачок нужно не более чем на 3/4 его емкости. Давление в бачке должно быть не более 0,3 МПа, но всегда меньше, чем давление кислорода, установленное на редукторе.

Керосин нужно наливать в бачок только после отстаивания и фильтрации через сукно или мелкую сетку.

Перед розжигом керосинореза нужно проверить герметичность всего оборудования, а также наличие инжекции или отсутствие противодавления в керосиновом канале.

Проверка инжекции (отсутствия противодавления). При закрытых вентилях керосинореза и отсоединенном керосиновом рукаве, нужно присо-

единить кислородный рукав и подать давление 0,8 МПа. Далее открыть вентиль подачи керосина и вентиль подогревающего кислорода. Прислонив палец (лоскут бумаги) к входному штуцеру керосина, проверить отсутствие противодавления у резаков РК-32 и РК-02М, у резаков «ЛУЧ» и «ЛУЧ-1» должна быть небольшая инжекция.

Убедившись в исправности керосинореза, устанавливают давления керосина и кислорода согласно техническим характеристикам для используемых мундштуков и толщине разрезаемого металла. Давление кислорода выше нормы снижает стойкость резака к хлопкам и обратным ударам пламени. Давление ниже нормы приводит к неполному испарению и сгоранию керосина и, как следствие, к снижению температуры пламени и к увеличению времени нагрева заготовки.

Перед началом работы необходимо проверить:

- для резаков РК-32, РК-02М положение щитка на керосинорезе (для эффективного нагрева трубки подачи керосина щиток должен находиться вблизи головки и прикрывать подогревающее сопло от ветра и сквозняков);
- герметичность присоединения рукавов, всех разъемных и паяных соединений резака и бачка;
- легкость и плавность вращения вентилей;
- отсутствие бокового смещения маховичков вентилей при нажиме на них пальцем;
- подвижность золотника обратного клапана. Последовательность операций при запуске резака следующая:
- при помощи редуктора кислородного баллона и насоса бачка установить давления в соответствии с технической характеристикой;
- опустить керосинорез головкой вниз и кратковременным открытием вентилей продуть каналы режущего и подогревающего кислорода для удаления керосина, возможно попавшего в эти каналы;
- открыть вентиль подогревающего кислорода и в положении резака головкой вверх приоткрыть вентиль керосина для вытеснения воздуха из керосиновых полостей, после появления из мундштука аэрозоли необходимо закрыть вентиль подогревающего кислорода и керосиновый вентиль;
- открыть вентиль подогревающего кислорода на 1/2-3/4 оборота;
- для резаков «ЛУЧ» и «ЛУЧ-1» открыть керосиновый вентиль, поджечь вытекающую из наружного мундштука горючую смесь и выждать 30-60 с, в течение которых в зону горения начнет поступать паровая фаза керосина вместо аэрозолей;
- для резаков РК-32 и РК-02М открыть вентиль керосина и поджечь вытекающую смесь из подогревающего сопла и кольцевого зазора между наружным и внутренним мундштуками, довести степень подогрева трубки для подачи керосина до состояния, когда в пламени перестанет появляться жидкая фаза керосина;

2(126) 2019 СВАРЩИК

• отрегулировать мощность пламени так, чтобы ядро пламени стало бело-голубым.

Последовательность операций при выключении керосинореза следующая:

- закрыть керосиновый вентиль и охладить мундштуки 20-30 с продувкой кислорода с целью предотвращения образования углеродных отложений на разогретой поверхности мундштуков;
- закрыть вентиль подогревающего кислорода.

Вентиль режущего кислорода нужно открывать только в процессе резки (после подогрева кромки заготовки до температуры воспламенения металла) не более чем на 1,5 оборота и закрывать немедленно после окончания резки.

При появлении непрерывных хлопков или обратного удара нужно быстро закрыть вентили подогревающего кислорода и керосина, затем - режущего кислорода.

Если после обратного удара пламени произошло разогревание обратного клапана ствола, необходимо проверить целостность клапана и подвижность золотника.

При кратковременном прекращении процесса резки с последующим быстрым его началом надо убедиться в отсутствии жидкой фазы керосина в пламени, а если она есть — повременить с пуском режущего кислорода.

Для обеспечения производительной и качественной резки необходимо своевременно удалять нагар с поверхностей и каналов мундштуков. Для растворения смолистых отложений необходимо применять ацетон или др. растворители.

Запрещается прочищать мундштуки стальной проволокой. Для этой цели рекомендуется пользоваться латунной, медной, деревянной или алюминиевой иглой.

Запрещается производить любые ремонтные работы, если оборудование находится под давлением.

При резке заготовок толщиной более 100 мм питание резака кислородом рекомендуется осуществлять через рампу, имеющую не менее трех баллонов.

Резак можно эксплуатировать как в закрытых помещениях большого объема, так и на открытом воздухе. Давление кислорода по манометру редуктора нужно устанавливать при открытом вентиле режущего кислорода на резаке.

После окончания резки необходимо закрыть вентили режущего кислорода, керосина, подогревающего кислорода и вентиль на кислородном баллоне, затем выпустить воздух из бачка. Только убедившись в отсутствии избыточного давления в бачке, можно откручивать его крышки для осмотра и ремонта насоса или доливки керосина.

При хранении резак нужно уложить или подвесить головкой вниз, чтобы керосин не попадал в кислородные каналы.

Особенности технического обслуживания жидкотопливных резаков.

Не реже одного раза в месяц следует разобрать устройство для сопротивления обратному удару (обратный клапан ствола) и осмотреть его детали. Клапан по направляющему каналу корпуса должен легко перемещаться без заеданий и заклинивания. Уплотняющие поверхности золотника и седла штуцера не должны иметь царапин и заусенцев. Износившиеся детали следует заменить. Если на поверхности деталей обнаружены сажа, смолистые соединения, грязь, их необходимо промыть в бензине, протереть ветошью до полного удаления бензина, просушить и перед сборкой обезжирить. В противном случае действие устройства станет замедленным, что может привести при обратном ударе к попаданию пламени в кислородный рукав и вызвать его загорание и разрыв.

Особенности технического обслуживания резаков РК-32 и РК-02М.

Замену оплетки необходимо производить в следующем порядке:

- отвернуть накидную и сальниковую гайки и демонтировать трубку подогревающего кислорода. Выкрутить трубку с инжектором и очистить ее от асбестового шнура;
- оплести трубку инжектора новым асбестовым шнуром и прокатать смоченную керосином оплетку до размера, обеспечивающего легкий натяг в трубке для подачи керосина; закрепить оплетку на трубке инжектора латунной проволокой 0,3-0,5 мм и произвести сборку.

Оплетку асбестовую необходимо заменять через каждые 70-80 ч работы резака, а при отсутствии регламентированных часов работы — 1 раз в месяц. При замене асбестовой оплетки трубку для подачи керосина и головку очистить бензином от продуктов коксования и обезжирить.

Для равномерного износа раз в неделю необходимо поворачивать трубку для подачи керосина на 90° относительно подогревающего сопла.

Литература

- 1. Литвинов В.М., Лысенко Ю.Н., Чумак С.А. Ручные инжекторные газокислородные резаки. // Сварщик. 2019. № 1. –С. 41-44.
- 2. Литвинов В.М., Лысенко Ю.Н., Чумак С.А. Ручные газокислородные инжекторные горелки для сварки, пайки и нагрева. // Сварщик. 2018. \mathbb{N} 6. С. 44-46.
- 3. Литвинов В.М., Лысенко Ю.Н., Чумак С.А. Керосинорез РК-32. // Сварщик. 2018. № 4. С. 14-18.
- 4. Литвинов В.М., Лысенко Ю.Н., Чумак С.А. Керосинорезы «ЛУЧ» и «ЛУЧ-1». // Сварщик. 2018. № 5. С. 38-40.

1816

Поточная термообработка наплавочных электродов T-590 и T-620

Е.П. Шелепов, канд. техн. наук, ООО «Высокие технологии» (Москва)

На большинстве электродных предприятий существует такой подход к процессу изготовления наплавочных электродов с особо толстым покрытием, который предполагает раздельный способ термообработки. Наряду с этим, еще в середине 80-х гг. была успешно решена задача поточного производства таких электродов. Поэтому целью статьи является информирование специалистов о работе поточной линии для изготовления высокопроизводительных наплавочных электродов.

Наплавочные высокопроизводительные электроды Т-590 и Т-620 имеют особо толстое покрытие, для них D/d > 1.8; здесь: D – наружный диаметр покрытия, d – диаметр стержня. Традиционная термообработка в процессе их изготовления сопряжена с большими затратами ручного труда и требует значительных производственных площадей. Свежеопрессованные электроды буквально «лелеют» - их аккуратно раскатывают без соприкосновения друг с другом на деревянные рамки, которые собирают в стопы, оставляют на длительное (36-48 ч) провяливание, а затем помещают в сушильную печь. После сушки электроды перекладывают на металлические рамки, которые тоже собирают в стопы и помещают в прокалочную печь. Охлаждают электроды на воздухе вне печи.

В ИЭС им. Е.О. Патона были проведены исследования [1] по поточной термообработке электродов с особо толстым покрытием. Исследования выполнены применительно к сварочным рутиловым электродам АНО-1 с железным порошком в покрытии с d=4-6 мм, с коэффициентом массы покрытия $K_{_{\rm M}}=150-160$ %, с толщиной покрытия на сторону до 2,5 мм. Возможность поточной термообработки этих электродов обусловлена применением смеси натриевого и калиевого жидкого стекла оптимальной плотности. Разработка ИЭС была внедрена на конвейерных многопроходных печах.

Такой технологический прием используется теперь в электродном производстве, но конвейерные многопроходные печи снижают его эффективность. В них покрытие повреждается при перевалках и на конвейерных цепях. Многослойная укладка электродов в зоне прокалки затрудняет удаление влаги из их серединных слоев.

В данной статье рассматривается поточная линия, предназначенная по техническим требова-

www.welder.stc-paton.com

ниям заказчика, для изготовления только наплавочных электродов марок Т-590 и Т-620. Линия не имеет недостатков как традиционного способа, так и конвейерных многопроходных печей. Поточность производства достигается, во-первых, введением механизации, основанной на использовании многополочных контейнеров [2]. Они механизировано заполняются свежеопрессованными электродами, которые опираются на полки контейнера лишь двумя концами (зачищенным под держатель и контактным). Это сводит к минимуму повреждения покрытия от транспортных средств. В контейнере электроды размещают без соприкосновения друг с другом. Зазор между ними составляет 4-5 мм. Никаких перевалок или перегрузок от опрессовки до выгрузки не происходит. Выгрузка электродов из контейнера производится тоже механизировано. Во-вторых, в дополнение к этому, поточность производства обеспечивается теплотехническими приемами. Для этого на участке осуществляется полный цикл термообработки – естественное провяливание до печи, сушка и прокалка в туннельной печи и охлаждение вне печи.

Принципиальная схема поточной линии, исходные требования на проектирование печи с тепловыми расчетами выполнены во ВНИПИТеплопроект, а конструкторская документация и изготовление печи на Центральном ремонтно-механическом заводе Мосэнерго. Пуско-наладочные работы были проведены этими предприятиями совместно. Поточная линия (рис. 1) включает в себя неприводной рольганг 1, по которому контейнеры 2 толкателями перемещаются через участок естественного провяливания, печь и участок охлаждения.

Печь представляет собой теплоизолированный туннель 3, имеющий на входе и выходе двери 4 и 5, поднимаемые и опускаемые с помощью гидроцилиндров. Печь имеет четыре тепловые зоны (I-IV) с тепловентиляционными системами, расположенными на площадке, смонтированной над печью. Каждая тепловентиляционная система включает в себя циркуляционный вентилятор 6, электронагреватель 7 и соединительные трубопроводы. В боковых пазухах печи имеются подающие короба 8, количество которых соответствует количеству контейнеров.

При разработке тепловой схемы печи стремились получить равномерную термообработку элек-

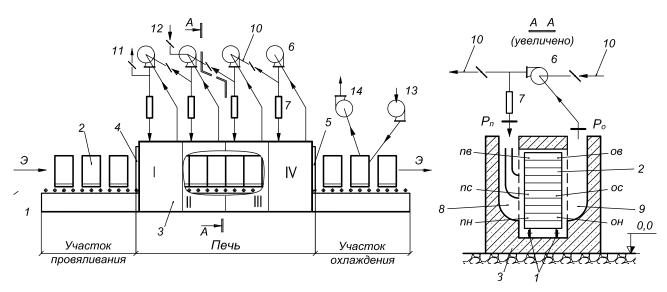


Рис. 1. Схема линии поточной термообработки электродов: э – электроды; 🔪 – шибера

тродов путем регулирования воздушных потоков. Поэтому в подающие короба были встроены поворотные дефлекторы, предназначенные для равномерного распределения потока воздуха по высоте контейнера. Воздух из подающих коробов подается в рабочее пространство через щелевые решетки. Пройдя межэлектродное пространство внутри контейнера, воздух собирается в отсасывающих коробах 9, количество которых, также как и подающих, равно количеству контейнеров. Затем воздух поступает в циркуляционный вентилятор, замыкая тем самым, контур циркуляции.

С целью экономии электроэнергии в печи применена система рекуперативного использования теплоты отходящих газов. Отработанный в зонах

IV, III и II воздух не сбрасывается в атмосферу, а поступает в предыдущую зону по трубопроводам рекуперации теплоты 10, т.е. из зоны IV — в зону III, из зоны III — в зону II, из зоны II — в зону I. Сброс в атмосферу производится только из зоны I (поз. 11), где газы имеют максимальное влагонасыщение и минимальную температуру. Свежий цеховой воздух подается в зону II (поз. 12).

За выходной дверью производится трехстадийное охлаждение электродов: 1) естественное охлаждение на позиции рядом с выходной дверью; 2) активное охлаждение с помощью вентиляторов 13 и 14, при этом вентилятор 13 работает периодически: он включается после выталкивания очередного контейнера из печи, а отключа-

Таблица 1. Результаты испытаний печи

Зоны печи	I	II	III	IV
Продолжительность пребывания электродов, мин	80	80	40	60
Средняя скорость воздуха, м/с	2,6	3,3	4,0	2,8
Аэродинамическое сопротивление печи Р _п - Р _о , Да Па (точки на рис. 1)	65	88	88	46
Температура, °C: - подаваемого в зону воздуха - электродов на выходе из зоны (точки на рис. 1) на подаче: верх (пв) середина (пс) низ (пн) на отсосе: верх (ов) середина (ос) низ (он)	95-105 97 97 98 95 88 98	135-145 138 138 136 128 125 130	220-230 230 220 225 228 210 225	300-310 305 295 303 305 290 280
Влажность покрытия на выходе из печи, % (точки на рис. 1) на подаче: верх (пв) середина (пс) низ (пн) на отсосе: верх (ов) середина (ос) низ (он)	- - - - -	- - - - -	- - - - -	0,23 0,22 0,22 0,27 0,21 0,3

ется с помощью реле времени; 3) окончательное естественное охлаждение.

Показатели работы печи при выпуске электродов Т-620 с d=5 мм, D/d=1,84, $K_{_{\rm M}}=125$ % представлены в maбл. 1. Во время испытаний электроды находились на участке провяливания 60 мин. Среднесменная производительность линии составляла 660 кг/ч.

Прокомментируем таблицу 1.

- Продолжительность пребывания электродов в каждой из зон кратна длине зоны и, соответственно, числу имеющихся там контейнеров. Скорость воздуха в зоне зависит от конфигурации воздушного тракта и от площади выхода воздуха из подающих коробов, т. е. от их количества.
- Скорость воздуха замеряли крыльчатым анемометром при температуре 20 °C в рабочем пространстве печи на расстоянии 100 мм от подающих коробов. Минимальная скорость воздуха (1,6–1,7) м/с была на позиции первого контейнера, а максимальная 4,2 м/с на позиции девятого контейнера это зона III.
- Температуру подаваемого воздуха замеряли с помощью стационарных приборов на щите управления печью. Температуру электродов замеряли с помощью гибких «ползущих» термопар, длина которых на 2-3 м превышает длину печи. Спаи термопар вмазывали в покрытие. Контрольные электроды продвигались по печи вместе с контейнерами, а свободные концы термопар, подсоединенные к потенциометру, находились вне печи. В каждой из зон печи температура электродов, расположенных на стороне подачи воздуха (точки пв, пс, пн) в большинстве случаев выше, чем на стороне отсоса (точки ов, ос, он). Максимальная разность температур электродов составляла в зоне $I - 10 \, ^{\circ}$ С, в зоне $II - 13 \, ^{\circ}$ С, в зоне III - 20 °C, в зоне IV - 25 °C.
- Однако, такая неравномерность температур в итоге оказалась приемлемой, поскольку конечная влажность покрытия составляла 0,21−0,3 % при норме ≤ 0,3 %.

Прочность покрытия была удовлетворительной, трещины отсутствовали. Наблюдалась одна вмятина покрытия на контактном конце электрода глубиной менее 1 мм и протяженностью 8–10 мм, что допустимо и технически, и нормативно.

Проектные и эксплуатационные показатели поточной линии приведены в maбn. 2.

Линия, предназначенная изначально для электродов Т-590 и Т-620, может быть использована также для других марок наплавочных и сварочных электродов. Изучение работы туннельной печи послужило основой для разработки более эффективного способа под-

Таблица 2. Техническая характеристика линии

Параметры	Показатели
Электроды: - марка - длина, мм - диаметр стержня d, мм - отношение D/d - толщина покрытия на сторону, мм - коэффициент массы покрытия, %	T-590, T-620 450 4 и 5 1,81-1,84 до 2,1 110-125
Производительность по электродам c d = 5 мм (средняя за смену), кг/ч	660
Количество контейнеров: - на участке провяливания - в печи, по зонам - на участке охлаждения	3 4+4+2+3 3
Длина, м: - линии - камеры печи Ширина печи, м: - на отметке «О» - по площадке Высота печи, м: - камеры - габаритная	13,2 8,0 2,0 3,7 2,7 5,2
Температура в печи, °С	60-310
Продолжительность термообработки: - на участке провяливания, мин - в печи, ч - на участке охлаждения, мин - всего, полный цикл, ч	50 -60 4-6 45-50 5,6 - 7,8
Установленная мощность, кВт - нагревателей - электродвигателей	192 41,5

вода воздуха в рабочее пространство. В построенной позже печи ППТК-15 воздух подается не односторонне только слева—направо, как в рассмотренной печи, или только снизу, как в печах ОКБ-759, а разнонаправленно, т. е. сначала снизу—вверх, затем слева—направо, а потом справа—налево [3].

Литература

- 1. Бейниш Л.М., Походня И.К., Бабенко В.Ф. Скоростная сушка электродов с большой толщиной покрытия // Автомат. сварка. -1963. -№ 1 (118). C. 87-89.
- 2. Исаков В.П., Котов М.Е. Поточная линия для изготовления электродов. Авторское свидетельство СССР № 618229. Заявл. 01.08.76 г. Опубл. 05.08.78 г. Бюл. № 29.
- 3. Шелепов Е.П. Печи ППТК-15 и Г-233 для термической обработки сварочных электродов // Свароч. произв-во. 2002. № 10 (815). С. 42-45.

9# 1817

www.welder.stc-paton.com • 25 • 2(126) 2019 СВАРЩИК

К 85-летию АО «Турбоатом»

А.В. Вавилов, В.А. Шарый, АО «Турбоатом» (Харьков)

В 2019 г. АО «Турбоатом» исполнилось 85 лет. Предприятие сооружалось в годы первой пятилетки. А 21 января 1934 г. состоялись торжества, посвященные введению в строй Харьковского турбогенераторного завода. В годы Великой Отечественной войны завод был эвакуирован в г. Свердловск, где продолжал выпуск профильной продукции, а также изделий для фронта. После освобождения Харькова от фашистских захватчиков началось восстановление практически полностью разрушенного предприятия. Уже к середине 1946 г. большинство цехов возобновили свою работу. 1 июля 1960 г. на базе технологического сварочного бюро и сварочной лаборатории, входящих в структуру Отдела главного технолога, организован новый коллектив - Отдел главного сварщика (с 1 января 2015 г. переименован в Отдел сварки). Сегодня АО «Турбоатом» входит в число ведущих мировых изготовителей турбинного оборудования. Предприятие по праву можно считать одним из стратегических предприятий Украины, определяющим энергетическую безопасность государства.

С 1996 г. система менеджмента качества предприятия документально оформлена и имеет Сертификат соответствия Международному Стандарту ISO 9001 «Системы менеджмента качества. Требования» (продлен 23.08.2018 г. по результатам ресертификационного аудита, проведенного независимой международной компанией SAI GLOBAL). В сферу сертификации входят проектирование, производство, шефмонтаж и техническое обслуживание: установок паротурбинных и парогазовых стационарных, гидравлических турбин, предтурбинных затворов, подогревателей, тягодутьевых машин, конденсаторов для паровых турбин и эжекторов. Наличие Сертификата соответствия дает возможность конкурировать с передовыми производителями энергетического оборудования, поскольку продукция изготовляется в соответствии с требованиями международных стандартов.

Одним из важнейших технологических процессов при изготовлении деталей и узлов является сварочное производство. Более 80 % деталей и узлов выпускаемой предприятием продукции производится с применением сварочных процессов. С 11.09.2013 г. сварочное производство АО «Турбоатом» сертифицировано согласно международному стандарту ISO 3834-2 «Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов. Часть 2. Всесторонние требования к качеству». Сертификат выдан международным научно-техническим

центром обеспечения качества и сертификации «ПАТОНСЕРТ» ИЭС им. Е.О. Патона. Действие сертификата распространяется на все сварные конструкции, изготавливаемые на предприятии.

Сварочное производство завода можно охарактеризовать следующими показателями:

- широкая номенклатура марок сталей: низкоуглеродистые, теплоустойчивые, жаропрочные, коррозионно-стойкие (хромистого и аустенитного класса), а также инструментальные;
- сварка и наплавка бронз, титановых и алюминиевых сплавов, ремонтная сварка чугунных деталей и отливок;
- использование процессов пайки и электродугового напыления:
- до 10 способов сварки и наплавки изделий;
- порядка 300 ед. сварочного оборудования;
- применяемые свариваемые толщины до 270 мм;
- существующая на сегодня мощность изготовления сварных конструкций до 25 тыс. т. в год.

Значительная роль уделяется модернизации существующего парка оборудования, в т. ч. сварочного. Так в 2014 г. ГП «Инженерный центр электроннолучевой сварки» ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ поставило АО «Турбоатом» сварочную установку КL-183 (рис. 1).

Новое современное оборудование позволило возобновить на предприятии процесс электронно-лучевой сварки рабочих лопаток паровых турбин, изготовление которых было прекращено по причине морального износа сварочной установки ЦЭЛС-3 (производства ЦНИИТМАШ). Кардинально обновлены две установки для сварки под флюсом роторов паровых турбин: сварочные автоматы поставил ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона (рис. 2).



Рис. 1. Установка для электронно-лучевой сварки KL-183



Рис. 2. Сварочные автоматы А-1569

Регулярно подлежат обновлению оборудование для ручной дуговой и полуавтоматической сварки.

Для координации выполнения сварочных работ завод располагает опытным квалифицированным персоналом, в т. ч. и международного уровня. Создана и функционирует заводская комиссия для аттестации сварщиков согласно государственных и международных стандартов. Суммарное количество работающих на заводе аттестованных сварщиков — более 100 человек.

Впервые с начала 1990-х гг. перед трудовым коллективом завода была поставлена задача изготовить сварной ротор из 14 частей для турбины мощностью 1100 МВт. Инженерными службами предприятия был выполнен внушительный объем работ, связанный с обеспечением бесперебойной работы необходимого оборудования, а также разработкой технологии сборки-сварки ротора. Полный цикл изготовления ротора (сборка, сварка и термическая обработка) составил четыре месяца. Свою работу турбостроители успешно выполнили (рис. 3).

АО «Турбоатом» имеет богатую историю сотрудничества с ИЭС им. Е.О. Патона и в частности с отделом № 5 (зав. отделом, к.т.н. А.К. Царюк). Начиная с конца 1950-х гг. развитие сварочного производства завода происходило в тесном и непрерывном сотрудничестве с ИЭС в вопросах:

 исследования, разработки и внедрения новых технологических процессов сварки;



Рис. 3. Сварка 13-шовного ротора низкого давления

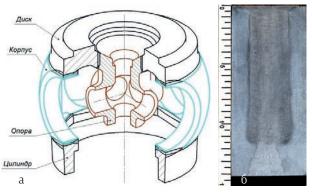


Рис. 4. Эскиз сварного корпуса рабочего колеса (a) и макроструктура сварного шва (б)

- оптимизации существующих заводских технологий с позиции свариваемости и применяемых сварочных материалов;
- внедрения нового современного оборудования для нужд завода, включая модернизацию специфического и уникального имеющегося.

Одной из последних совместных с ИЭС работ явилась разработка технологии изготовления корпуса рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины в сварно-литом исполнении из 4 частей с применением двух способов сварки: ручной дуговой для корневой зоны и автоматической для заполнения оставшейся части разделки (рис. 4). Проблемность данной работы заключалась в необходимости изготовления сложного и точного по геометрии изделия с высотой сварных швов 150-230 мм.

Для реализации этого проекта на заводе была отработана технология сварки с последующей ее аттестацией УНОСП «Патонсерт».

На 2019 г. между организациями заключены договоры на проведение актуальных для завода научных исследований:

- в вопросах расширения номенклатуры применяемых сварочных материалов для механизированной сварки под флюсом и в среде защитных газов корневых швов роторов паровых турбин;
- по оптимизации технологии сварки комбинированных соединений узлов гидравлических турбин.

Проведение исследовательских работ позволит повысить эксплуатационную надежность упомянутых сварных соединений в окончательно изготовленной продукции.

В настоящее время АО «Турбоатом» работает рентабельно, имеет портфель заказов на ближайшие 3,5 года. Такое положение дел стало возможным, в т. ч., благодаря одобренной Кабинетом Министров Украины Программе развития гидроэнергетики на период до 2026 г., а также согласно действующей программе импортозамещения.

9# 1818

Аттестация технологии сварки

Г.И. Лащенко, канд. техн. наук, НТК «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ, **Ю.А. Никитюк,** НПФ «ВИСП» (Киев)

При поставке продукции за рубеж необходимо осуществлять аттестацию технологии сварки. Такое же требование могут выдвинуть и внутренние заказчики. Аттестация технологии является важнейшей составляющей систем обеспечения качества продукции. Подробно этот вопрос проанализирован в работах [1-4]. В США и ряде др. регионов Америки и в Азии применяют нормы и требования к сварочному производству по стандартам AWS (Американское общество инженеров-механиков), API (Американский институт нефти) и др.

В странах Европы в области аттестации технологии сварки в настоящее время действуют стандарты серии – ISO 15607 – ISO 15614.

Аттестация технологии сварки в Украине регламентирована стандартами ДСТУ ISO 15607 – ДСТУ ISO 15614. В этих стандартах отражено, что аттестация технологии сварки может выполняться с участием третьей стороны по требованию заказчика.

Иностранные фирмы, заказывающие оборудование украинским компаниям, часто позволяют им самим выбирать систему аттестации. Заказчиков в первую очередь интересует функционирование системы менеджмента качества — ISO 9001 (APIQ1 и др.), в области сварочного производства — аттестация по ISO 3834. В процессе аттестации персонал осваивает и внедряет внутренние стандарты, позволяющие поднять уровень производства до международных требований. При этом аттестованные процедуры сварки с участием третьей стороны вызывают у заказчика большее доверие и одобрение.

Практический интерес представляет опыт ПАО «Сумское НПО» по аттестации технологии сварки согласно требований стандартов США [3]. Объединение изготовило ряд изделий по стандартам АСМЕ (Американское общество инженеров-механиков), АРІ (Американский институт нефти), AWS (Американское общество сварщиков). Эти стандарты включают требования по материалам, проектированию, изготовлению, проверке, контролю, клеймению и содержат требования, особые ограничения и необязательные руководства.

Стандарты декларируют принцип: они не могут заменить образование, опыт и инженерную оценку.

В практике ПАО «Сумское НПО» было несколько вариантов взаимодействия с заказчиком. Первый – изготовление по американским стандартам и участие заказчика в приемных испытаниях. Второй – выборочное осуществление надзора за изготовлением оборудования представителем заказчика.

По третьему варианту производился полный контроль изготовления органами заказчика. В настоящее время многие заказчики требуют наличие Сертификата и клейма ASME или клейма API. Более десяти лет тому назад ПАО «Сумское НПО» провело соответствующую работу и получило сертификаты и разрешение на клеймение сосудов, работающих под давлением, клеймом ASME и трубопроводной арматуры клеймом API. Через каждые три года необходимо подтверждать разрешения и сертификаты.

Перед заключением контрактов заказчик выполняет аудит предприятия, при котором основное внимание обращается на следующие факторы:

- наличие сертифицированной системы менеджмента качества (СМК) – обычно ISO 9000;
- наличие руководства по качеству (РК) и Программы обеспечения качества (ПОК);
- документирование процессов, прослеживаемость, идентификация;
- функционирование системы Планов качества на каждое изделие (ПК);
- сертификацию сварочного производства по ISO 3834 (желательно);
- обучение и аттестацию персонала сварочного производства: сварщиков, контролеров (инспекторов) по неразрушающим видам контроля, руководителей сварочных работ;
- проверку, хранение, выдачу и использование сварочных материалов;
- периодические проверки сварочного оборудования для разрушающих и неразрушающих методов контроля;
- систему аттестации сварочных процессов согласно нормативным документам.

Специалисты ПАО «Сумское НПО» отмечают, что для изготовления продукции по американским стандартам персоналу предприятия необходимо ориентироваться в требованиях вышеприведенной нормативной документации и в соответствии с ними выстраивать производственный процесс. Основная нагрузка ложиться на специалистов сварочного производства и персонал системы менеджмента качества. Сами стандарты сложны для восприятия и требуют больших затрат времени для освоения.

Все стандарты оговаривают необходимость аттестации процессов сварки (при переаттестации) в случае изменения существенных переменных: способа сварки, марки основного металла (Р-номера), сварочных материалов (F-номера), свариваемых толщин и диаметров, наличия (отсутствия) подогрева или термообработки и др. Существенными считаются изменения, влияющие на механические

свойства. Изменения в условиях сварки, которые повлияют на ударную вязкость сварочного соединения, являются дополнительными существенными переменными. В стандартах для каждого способа сварки обозначены «существенные», «дополнительные существенные» и «несущественные» переменные параметры.

Каждый производитель оборудования по американским стандартам обязан самостоятельно выполнить процедуру по изготовлению контрольного сварочного соединения для аттестации технологии сварки. Допускается одновременно аттестовать и сварщиков, и технологии. Допускается выполнение неразрушающего контроля (рентгенопросвечивание, ультразвуковая дефектоскопия и др.) третьей стороной, имеющей аттестованный персонал согласно требованиям секции IX ASME. Разрушающие методы контроля должны выполнять сертифицированные лаборатории. Заказчик может потребовать участия своего предприятия в аттестационном процессе или согласования (утверждения) результатов аттестации.

В секции IX ASME (и в др. стандартах) даны рекомендуемые формы оформления WPS (процедуры сварки) и PQR (протокола подтверждения процедуры сварки). Формы необязательные, но приведен перечень параметров сварки, которые необходимо отразить в WPS и PQR. Процедуры сварки (WPS) должны проводиться на рабочих местах. Протоколы PQR хранятся у персонала, назначенного согласно Руководству по качеству. Приложение к PQR – WPS, это все сведения на основные и свароч-

ные материалы, данные о неразрушающих и разрушающих методах контроля, маршрутные листы выполнения контрольных сварных соединений, сведения о термообработке и т. д. PQR и WPS должны быть предоставлены по первому требованию инспектора.

При обсуждении вопросов с инспекторами ASME легитимными являются только секции ASME на английском языке последнего издания. В ПАО «Сумское НПО» разработаны и заполняются бланки WPS и PQR в двух вариантах: на английском и русском языках, это устраивает инспектора ASME и персонал предприятия. На данных бланках в объединении оформлялись аттестации процедур сварки и по др. стандартам.

Следует отметить, что в Украине последовательно проводится работа по освоению международных ISO и европейских (EN) стандартов. С 01.01.2018 г. в Украине отменены ГОСТ-ы. В настоящее время в Украине действует более 400 стандартов, касающихся сварочного производства, которые в полной мере заменяют ГОСТ-ы [1]. Большинство стандартов Украины гармонизированы и являются аутентичными переводами ISO и EN на украинский язык. Часть стандартов не имеет перевода, это – оригинальный текст на английском языке и обложка на украинском. Непосредственно требования по аттестации технологии сварки изложены в ДСТУ / ISO 15607 – ДСТУ / ISO 15614.

ДСТУ / ISO 15607 определяет общие правила разработки и аттестации процедур сварки. В нем приведены также ссылки на некоторые др. проце-

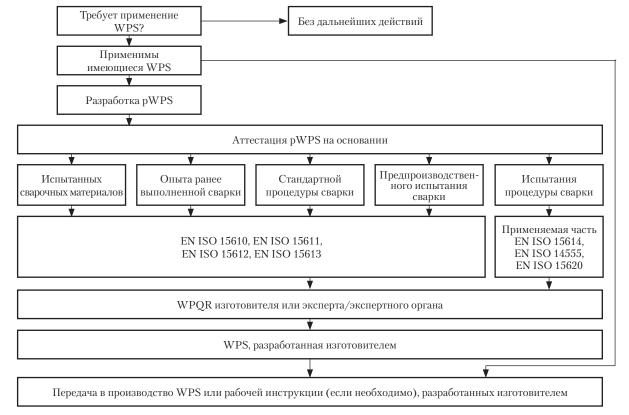


Рис. 1. Структурная схема разработки и аттестации процедуры сварки (WPS)

дуры, в которых детализируют правила для специальных применений. Процедуры сварки (WPS) аттестуются посредством подтверждения одним или несколькими протоколами аттестации технологии сварки (WPQR).

Общее требование всех стандартов – аттестация процедур сварки должна быть проведена изготовителем до проведения сварки в производстве. Изготовитель выполняет аттестацию самостоятельно.

ДСТУ / ISO / ТК 15608 группирует основные материалы, предназначенные для сварки, с точки зрения области распространения аттестации технологии сварки. Стандарт касается сталей, чугуна, цветных металлов и их сплавов: алюминия, меди, никеля, титана и циркония.

ДСТУ / ISO 15607 предусматривает пять возможных методов аттестации технологии сварки (puc. 1) [4].

- 1. Аттестация, основанная на испытанных сварочных материалах, детализирована в ДСТУ / ISO 15610. Метод может быть использован при применении материалов, свойства которых в зоне термического влияния значительно не ухудшаются. Имеются и др. ограничения и риски обнаружения техническим инспектором отступлений в оформлении WPS и WPQR по причине неполноты сведений в сертификатах на сварочные материалы.
- 2. Аттестация, основанная на опыте ранее выполненной сварки. Изготовитель может иметь WPS, аттестованные путем ссылки на опыт ранее выполненной сварки, если он может доказать достоверными документами независимого характера, что им в предшествующий период были успешно сварены данные типы соединений и материалов. Применение данного метода конкретизируется в ДСТУ / ISO 15611.
- 3. Требования метода аттестации путем принятия стандартной процедуры сварки, обозначенного в ДСТУ / ISO 15607, оговорены ДСТУ / ISO 15612. Стандартная процедура сварки должна быть опубликована в форме WPS и/или WPQR, основанных на аттестации согласно ДСТУ / ISO 15614. Разработанные изготовителем WPS являются аттестованными, если диапазоны всех параметров находятся в области, охватываемой стандартной процедурой сварки. Стандарт ДСТУ / ISO 15612 предоставляет изготовителю возможность использовать процедуры сварки на базе испытаний, проведенных др. организациями. Ограничение по проведению метода: обязательное соблюдение требований ДСТУ / ISO 15607, EN 719, EN 729, сварочное оборудование должно быть аналогичным используемому при аттестации сварки.
- 4. Процедура сварки может быть аттестована путем предпроизводственных испытаний сварки. Этот метод, обозначенный в стандарте ДСТУ / ISO 15607, детализируется в стандарте ДСТУ / ISO 15613 и является единственно надежным для специфических сварных соединений, когда гранич-

ные условия, теплоотвод и т. д. не могут быть воспроизведены стандартными контрольными образцами. Подготовку и сварку конкретных образцов следует выполнять в условиях сварки той продукции, которую они должны воспроизводить своей формой и размерами. При этом необходимо максимально соблюдать требования ДСТУ / ISO 15614.

5. Рассмотренные выше четыре метода аттестации технологии сварки имеют свои ограничения и риски получения замечаний от технического инспектора. По этой причине ПАО «Сумское НПО» выполняет аттестацию технологии сварки, основанную на испытании процедуры сварки. Согласно ДСТУ / ISO 15607 этот метод устанавливает, что процедура сварки может быть аттестована путем сварки и испытания стандартного контрольного образца. В стандарте ДСТУ / ISO 15607 детально изложены нормы по квалификации WPS посредством испытания сварочных процедур, а также область распространения сварочных процедур для любой практической деятельности в пределах диапазона параметров влияния. В стандарте приведены требования к форме и размерам контрольных образцов, к положению образца при сварке, определены объемы неразрушающих и разрушающих испытаний, критерии оценки. Подробно изложены нормы по области распространения аттестованных технологий в зависимости от следующих условий: способов сварки, видов сварочных соединений, основных и сварочных материалов, свариваемых толщин и диаметров, позиции свариваемого изделия, погонной энергии сварки, температуры предварительного подогрева и последующей термообработки.

Специалисты ПАО «Сумское НПО» считают, что аттестацию процедур сварки исполнителю лучше проводить по американским стандартам, а не по ISO [4].

Литература

- 1. Проценко Н.А. Внедрение гармонизированных международных и европейских стандартов в сварочное производство Украины. // Автомат. сварка. 2017. № 11. С. 47-57.
- 2. Лактионов М.А. Пономарев И.В., Темченко Г.Н. Аттестация технологии сварки. Ч. 1. Общие положения. // Сварка и металлоконструкции. 2016. N 4. С. 21-22.
- 3. Лактионов М.А. Пономарев И.В., Темченко Г.Н. Аттестация технологии сварки. Ч. 2. Требования стандартов США. // Сварка и металлоконструкции. 2016. \mathbb{N}_2 5. С. 29-31.
- 4. Лактионов М.А. Пономарев И.В., Темченко Г.Н. Аттестация технологии сварки. Ч. 3. Международные стандарты и стандарты Украины. // Сварка и металлоконструкции. 2016. \mathbb{N} 6. С. 21-23.

9# 1819



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 337 или e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 205 26 07, м. (050) 331 56 65. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Расскажите, пожалуйста, о методах течеискания и приборах для этой цели.

Красногоров В.А., г. Днепр

Для выявления, локализации и количественной оценки величины течи используются специальные приборы — течеискатели. Работа течеискателей основана на различных физических принципах, ориентированных как на прямые, так и на косвенные измерения параметров.

Течь — негерметичность, способность преграды, чаще всего ограничивающей замкнутый объем, пропускать наружу (в случае повышенного давления внутри полости) или внутрь (в случае пониженного давления или вакуума) нежелательные газообразные или жидкие вещества.

Установление местоположения течей производят с использованием методов, реализующих локальную схему контроля (*табл.* 1).

Сегодня широкое распространение получили гелиевые, галогенные и акустические приборы.

• Гелиевые течеискатели. В них используется так называемый масс-спектрометрический метод, который основан на создании повышенного парциального давления пробного вещества (газа, как правило это гелий или гелиево-воздушная смесь) в смеси веществ с одной стороны поверхности объекта контроля и отбора, проникающего через

течи пробного вещества с другой стороны, для масс-спектрометрического анализа на присутствие молекул пробного газа. Анализ осуществляется путем ионизации пробного вещества с последующим разделением ионов по отношению их массы к заряду под действием электрического и магнитного полей. Благодаря серийному выпуску масс-спектрометрических гелиевых течеискателей метод нашел широкое применение в практике промышленных испытаний. Метод позволяет помимо качественной оценки провести количественные измерения газового потока через течь с точностью до 10%. Вместе с тем этот метод технически сложен, требует вакуума и по возможности его заменяют более простыми методами. Прибор состоит из трех основных частей: масс-спектрометрической камеры с магнитом, вакуумной системы и электрических блоков питания и измерения. Своей вакуумной частью он может присоединяться к самому объекту или к щупу в зависимости от выбранной схемы контроля.

• *Галогенные течеискатели*. Используется галогенный метод течеискания, основанный на свойстве нагретой поверхности чувствительного элемента, изготовленного из платины или никеля, резко увеличивать эмиссию положительных ионов при наличии в пробном газе, проникающем через сквозные дефекты контролируемого объекта, галогенов или галогеносодержащих веществ. Обычно в каче-

Таблица 1. Методы течеискания.

Методы течеискания	Пробное вещество	Индикация течи	Максимальная чувствительность, Вт
Масс-спектрометрический (гелиевый)	Гелий, гелиево-воздушная смесь	Увеличение показаний гелиевого течеискателя	10 ⁻¹⁴
Галогенный	Хладоно (фреоно)- воздушные смеси	Увеличение показаний галогенного течеискателя	1,3x10 ⁻⁸
Пузырьковый	Воздух, азот, вакуум	Пузырьки при давлении 0,2-1 МПа	6,6x10 ⁻⁶ – 2,6x10 ⁻⁹
Химический	Аммиачно-воздушные смеси, углекислый газ	Пятна на проявителе, индикаторной ленте, меловой массе	1,3x10 ⁻⁷ – 1,3x10 ⁻⁸
Манометрический	Вода или технологическая жидкость	Течь, видимая невооруженным глазом, падение манометрического давления	1,3x10 ⁻³
Люминесцентно-гидравлический	Вода и люминофор	Течь и свечение в лучах УФС	6,6x10 ⁻⁹
Гидравлический с люминесцентным покрытием	Вода	Свечение в лучах УФС	6,6x10 ⁻⁸
Акустический	Воздух, азот, вакуум	Увеличение звукового сигнала течеискателя	6,6x10 ⁻⁶

www.welder.stc-paton.com • 2(126) 2019 СВАРЩИК

стве пробного газа используют галогеносодержащие вещества: фреон (содержащий фтор), хладон, хлористый метил и др. Работа изделия осуществляется следующим образом: через чувствительнейший элемент течеискателя, выполняющий функции анода, прогоняет с помощью центробежного или вакуумного насоса анализируемый газ. Анод, нагретый до 800-900 °С, испускает ионы содержашихся в нем примесей щелочных металлов (натрия, калия). Под действием разности потенциалов между анодом и коллектором ионы движутся к коллектору. Ток анод – коллектор является измеряемой величиной в приборе.

Галогены способствуют процессу ионизации щелочных металлов и их присутствие в пробном газе резко увеличивает ток анод-коллектор. Технология контроля данным методом значительно проще, чем масс-спектрометрическим. Это сравнительно несложный и легкий прибор. Вместе с тем при проведении контроля в помещении необходима его тщательная вентиляция из-за возникновения повышенного фона, снижающего точность измерений. Недостатком метода является также возможность потери чувствительности — «отравления» анода течеискателя при попадании на него большого количества галогенов. Восстановление «отравленного» анода осуществляется прокачкой через течеискатель большого объема чистого воздуха при повышенном накале анода.

• Катарометрический метод течеискания основан на регистрации разницы в теплопроводности газа, вытекающего через сквозные отверстия контролируемого объекта. Работающие на этом принципе течеискатели обладают высокой чувствительностью и минимальными размерами.

Основным элементом прибора является сенсор, мгновенно определяющий изменение теплопроводности газа. При включении он автоматически калибруется по воздуху. Важным отличием изделия является его искробезопасное электрическое исполнение в соответствии с международным стандартом и возможность применения во взрывоопасных помещениях и средах.

Акустические течеискатели. Они основаны на методе индикации акустических колебаний, возбуждаемых в контролируемом объекте, грунте или окружающей газовой среде (воздухе) при вытекании пробного газа или жидкости через сквозные дефекты. Молекулы пробного вещества взаимодействуют со стенками сквозных дефектов объекта и генерируют в нем колебания звукового и ультразвукового диапазонов. Эти колебания фиксируются с помощью устанавливаемого на поверхности объекта ультразвукового или виброакустического датчика течеискателя, преобразовывающего ультразвуковые колебания в электрические сигналы, передаваемые далее на показывающие и записывающие устройства течеискателя.

В настоящее время акустические методы течеискания занимают важнейшее место в контроле герметичности трубопроводов. Наиболее совершенными являются корреляционные течеискатели, датчики которых устанавливают на концах контролируемого участка трубы. Акустические колебания, возникающие при истечении технологической среды и регистрируемые датчиками, усиливаются и по кабелю или радиоканалу передаются на программируемый процессор, где вычисляется их взаимная корреляционная функция. Положение пика корреляционной функции, визуализируемой на экране течеискателя, определяет местоположение течи. Для контроля герметичности емкостного технологического оборудования в качестве течеискателей могут использоваться комплекты акустико-эмиссионной аппаратуры, позволяющие путем планарной локации определять координаты течей.

Генерация вибраций грунта или акустических колебаний окружающей газовой среды при протечке газа или жидкости через течи обусловлена превращением кинетической энергии струи в энергию упругих колебаний. Частотный спектр этих колебаний широк: от десятков герц до сотен килогерц. Он зависит от вида и размеров течи, параметров протекающего через нее вещества (плотности, температуры, давления и др.).

Принцип действия таких приборов основан на преобразовании вибрации грунта или колебаний газовой среды (воздуха) в электрические сигналы, частотной и амплитудной селекции этих сигнал. Непосредственного контакта датчика с объектом при этом не требуется.

Выпускаются также универсальные приборы, имеющие сменные насадки и позволяющие контролировать колебания объекта как контактным методом, так и дистанционно. К ним относятся, например, ультразвуковые локаторы, предназначенные для определения мест присосов и утечек газовых и жидкостных сред, дефектоскопии подшипников, мест искрения и коронных разрядов в электрооборудовании.

Все современные модели являются компактными переносными приборами, питаемыми от встроенных аккумуляторов. Мощность фиксируемых колебаний растет с увеличением давления и размера течи и уменьшением расстояния до нее. Чувствительность контроля может быть существенно повышена, если дефектную зону объекта смочить жидкостью, например, водой. Вытекающий через течи газ образовывает пузырьки, при разрушении которых образуются мощные акустические импульсы.

Контроль акустическим методом не требует применения специальных пробных веществ и высокой квалификации исполнителей. Недостатком метода является относительно низкая чувствительность и влияние посторонних шумов различного происхождения.

9# 1820

Робототехнологические комплексы производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для МИГ- сварки сельхозтехники

В последнее время в Украине наблюдается устойчивый рост производства сельскохозяйственной техники. Возрастает потребность в автоматическом сварочном оборудовании для ее изготовления. Первые образцы такого оборудования, предлагаемого ООО «НАВКО-ТЕХ», были ориентированы на выпуск малогабаритных изделий. Пример - роботизированный комплекс РК755 [1]. Этот комплекс успешно эксплуатируется на ПАО «Эльворти» (г. Кропивницкий) с 2009 г.

Для изготовления крупногабаритных рамных и корпусных металлоконструкций (далее изделия) ООО «НАВКО-ТЕХ» предлагает на сегодня многоцелевой робототехнологический комплекс РК759, который позволяет автоматизировать процесс МИГ-сварки изделий с максимальными: длиной – 3 500 мм, шириной – 2 100 мм и массой – 800 кг. Примеры таких изделий приведены на рис. 1.

Комплекс **PK759** (*puc. 2, 3* и *4*) имеет 2 позиции, разделенные защитным экраном, который во время сварки на одной позиции дает возможность оператору безопасно выполнять загрузку деталей в оснастку на второй позиции. В зависимости от конструкции и точности изготовления деталей изделие может собираться предварительно на прихватках на отдельном рабочем месте или непосредственно в приспособлении комплекса.



Рис. 1. Примеры металлоконструкций сельхозтехники: а) «Рыхлитель», сварено на комплексе РК759-1, б) «Рама», сварено на комплексе РК759-2

Робот со сварочным оборудованием, устройствами очистки и смазки горелки, бочкой с проволокой размещены на платформе, которая перемещается по линейной направляющей вдоль свариваемого изделия и между позициями на расстояние до 9 м.

Изделие на каждой позиции кантуется в наиболее удобное для сварки положение с помощью двухопорного вращателя.

Состав комплекса РК759.

- Промышленный робот ARC Mate 100iC/8L фирмы Фанук (6 осей, радиус досягаемости 2 028 мм, точность позиционирования +/- 0,03 мм, грузоподъемность 8 кг, максимальная контурная скорость 2 000 мм/с) с дополнительным программным обеспечением, которое позволяет выполнять:
- управление сервоприводом линейного перемещения робота;
- синхронное управление роботом и вращателями изделия;
- связь со сварочным оборудованием через порт Ethernet/IP;
 - сварку с колебаниями горелки;
 - установочную (начальную) адаптацию.
- Комплект сварочного оборудования фирмы Фрониус (Австрия) на базе источника TPS500i.
- Комплект сварочной оснастки фирмы Абикор Бинцель (Германия) для очистки и смазки горелки.
- Устройство линейного перемещения робота; выполнено на базе сервопривода Фанук и интегрировано в систему управления роботом; точность позиционирования +/- 0,2 мм, максимальная скорость 400 мм/с.
- Два двухстоечных вращателя изделий на базе вращателей Фанук, интегрированные в систему управления роботом; точность позиционирования +/- 0,1 мм на радиусе 500 мм, максимальная скорость - 90 °/с.
- Два пульта оператора (по одному на каждой позиции комплекса).
- Комплект устройств безопасности.
- Металлоконструкции комплекса (ограждения, основание и др.).

Принцип работы комплекса РК759.

Оператор вручную с помощью подъемно-транспортного механизма устанавливает свариваемые детали и фиксирует их в приспособлении. Выбирает предварительно настроенную программу сварки и запускает ее выполнение с пульта оператора.

Робот выполняет сварку швов в необходимой последовательности, которая задается при программировании комплекса. Изделие во время сварки

2(126) 2019 СВАРЩИК

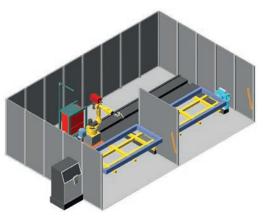


Рис. 2. Схематичное изображение комплекса РК759 поворачивается в положение наиболее благоприятное для формирования сварного шва. Сварка швов выполняется на предварительно запрограммированных режимах сварки с контролем готовности сварочного источника и горения дуги.

После сварки группы швов робот перемещает горелку к устройству очистки. Выполняется очистка внутренней поверхности сопла горелки, впрыск противопригарной жидкости в сопло и откусывание электродной проволоки на нужную длину вылета.

После окончания цикла сварки все исполнительные механизмы комплекса переходят в исходное положение и подается звуковой сигнал об окончании работы.

Выполнение программы может быть приостановлено или продолжено с одного из пультов оператора.

Имеется возможность выбора одной из 16 рабочих программ (для разных типов изделий) для каждой позиции сварки. При необходимости, это количество может быть увеличено.

Средства безопасности комплекса исключают возможность нахождения оператора в зоне действия его подвижных частей (звенья робота, механизм его линейного перемещения и планшайбы вращателя) во время их работы. При необходимости, комплекс может быть дооснащен средствами контроля расхода защитного газа, наличия сварочной проволоки, охлаждающей жидкости в системе охлаждения горелки и др.



Рис. 4. Комплекс РК759-2; поставлен на ЧАО «Богуславская сельхозтехника», г. Богуслав, Киевская обл.



Рис. 3. Комплекс РК759-1; поставлен на ЧП «ПАЛАНДИН-АГРО», г. Балта, Одесская обл.

Следует отметить, что для металлоконструкций сельскохозяйственной и др. подобной техники характерны большие отклонения размеров свариваемых деталей и их взаимного расположения. Это приводит к значительным отклонениям положения линии сварного соединения и требует применения начальной (установочной) адаптации. В **РК759** она выполняется путем касания соплом горелки базовых точек свариваемых деталей с последующей автоматической корректировкой исходной рабочей программы.

Неточность изготовления деталей и их сборки в сочетании со сварочными деформациями требуют «ощупывания» практически всех соединений, что значительно увеличивает общее время сварки. К примеру, цикл сварки изделия «рыхлитель» (рис. 1, а, ЧП «ПАЛАНДИН-АГРО», г. Балта, Одесская обл.) составляет более 4-х ч, из которых только 2 ч — это чистое время сварки.

Важный резерв повышения производительности — рациональное конструирование сборочных приспособлений в сочетании с повышением точности изготовления деталей. Благодаря этому сварка изделия «рама» (рис. 1, б, ЧАО «Богуславская сельхозтехника», г. Богуслав, Киевская обл.) выполняется без начальной адаптации с постановкой прихваток роботом непосредственно в его сборочном приспособлении.

С более подробной информацией о предприятии ООО «НАВКО-ТЕХ» и описанием выпускаемых им установок и роботов можно ознакомиться на сайте: http://www.navko-teh.kiev.ua

Литература

1. Комплекс РК755 для дуговой сварки деталей машин // Сварщик.- 2010.- № 2.- С. 4.

Публикуется на правах рекламы

1821



тел.: +38 044 456-40-20 факс: +38 044 456-83-53

E-mail: info@navko-teh.kiev.ua http://www.navko-teh.kiev.ua

Пальники XP8 з повітряним охолодженням для професійного використання від компанії Parweld

3 січня 2019 р. компанія «Джейсік Україна» підписала договір про довгострокові дилерські відносини з одним з провідних світових розробників та виробників зварювальних пальників та аксесуарів — компанією Parweld LTD (Великобританія).

Згідно з умовами співробітництва ТОВ «Джейсік Україна» набула статусу ексклюзивного представника торгівельної марки Parweld та здійснює продаж і обслуговування всього спектру виробів британських партнерів.

Першим кроком у співробітництві стало виведення на ринок України новинки від TM Parweld – пальника XP8 з повітряним охолодженням для професійного використання у процесі напівавтоматичного зварювання (MIG/MAG).

XP8 справедливо вважають найбільш ефективними зварювальними пальниками з повітряним охолодженням. Це — інноваційна запатентована розробка інженерів компанії Parweld LTD, що не має аналогів у світі завдяки унікальній конструкції в поєднанні з використанням матеріалів найвищої якості.

Система подачі захисного газу до пальника забезпечує додаткове охолодження гусака та струмопідвідного накінечника. Це дозволяє використовувати пальник на максимальних значеннях сили зварювального струму та напруги з безпрецедентно високим значенням ПВ – 80 %, тобто 8 хвилин у десятихвилинному циклі.

Використання високоякісних матеріалів, а також

вдосконалення конструкції витратних частин дозволило збільшити термін їх служби майже вдвічі, в порівнянні з компонентами пальників аналогічної потужності інших визнаних світових виробників.

Основні конструкційні переваги пальників ХР8.

- 1. Посилений та повністю ізольований гусак, що усуває можливість електричного контакту з заготовкою, ізоляція захищає гусак від зовнішніх впливів, має міцну, стійку до зношування, полегшену конструкцію.
- 2. Інноваційна конструкція руків'я. На сьогоднішній день має найменші розміри для пальників подібного типу, забезпечуючи надійне утримання пальника з мінімальним напруженням кисті, що значно знижує ризик запалення і пошкодження ліктьового та плечового суглобів зварника (RSI - синдром повторюваного напруження). Руків'я зібране без використання гвинтів, для забезпечення швидкого сервісного обслуговування, що не потребує додаткового обладнання (викруток, шуруповертів), має повністю модульну конструкцію, завдяки якій максимально спрощена заміна кнопки пальника. Ребристі гумові вставки по обидва боки руків'я роблять утримання і позиціонування пальника комфортним, що забезпечує виняткову зручність і легкість в роботі.
- 3. Кронштейн (гачок) для зберігання пальника зменшує можливість його пошкодження та звільняє робочий простір.
- 4. Покращений шарнірний механізм для приєднання шлангового пакету до рукояті та конічна пру-



Рис. 1. Пальник XP8G2 350A Parweld з повітряним охолодженням для професійного використання у напівавтоматичному MIG/MAG зварюванні

www.welder.stc-paton.com • 2(126) 2019 СВАРЩИК

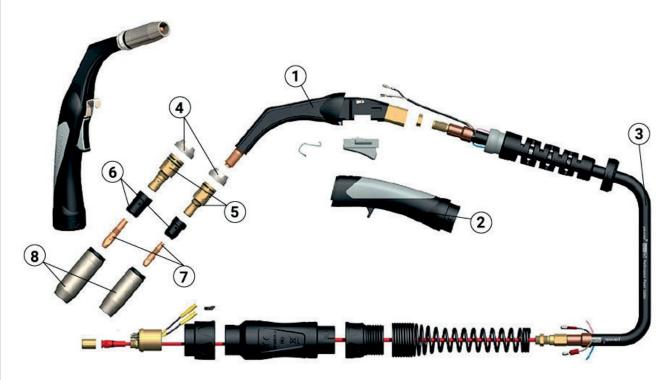


Рис. 2. Принципова схема пальника XP8G2 350A Parweld: 1 – гусак, 2 – руків'я, 3 – шланг-пакет, 4 – кільце-ізолятор, 5 – вставка, 6 – газорозподілювач, 7 – накінечник, 8 – сопло

жина, дозволяють легко та без зусиль здійснювати кистьові маніпуляції пальником, формувати плавний перехід без екстремальних вигинів шлангового пакету, тим самим зменшуючи тертя при проходженні зварювального дроту в середині каналу.

- 5. Оригінальні подовжені струмопідвідні накінечники зі збільшеним ресурсом, виготовлені з високоякісного CuCrZr сплаву, мають подвійну контактну поверхню і покращене охолодження.
- 6. Сопло пальника ізольоване від гусака вбудованим термостійким ізолятором, що забезпечує його додаткове охолодження.
- 7. Кабельна система Hyperflex® з повітряним охолодженням забезпечує високий опір термічному впливу, високу зносостійкість та виняткову гнучкість. Зовнішня оболонка зі структурованого полімеру витримує температурний вплив до 375 °C. Система фіксації кабелю та його надійне кріплення всередині євророз'єму гарантує повну герметичність від витоку захисного газу.
- 8. Подовжена пружина для підтримки задньої частини шлангового пакету захищає його від екстремальних вигинів і зберігає постійну швидкість подачі дроту.

9. Всі складові частини пальника окремо випробовуються перед складанням. Кожен пальник ретельно випробовується автоматичним обладнанням на кожному етапі складання.

Пальники XP8 від компанії Parweld LTD – це ідеальний вибір для комплектації професійних зварювальних напівавтоматів, розрахованих на номінальний струм до 400 А.

Технічні характеристики пальника XP8G2 350A Parweld LTD:

тип охолодження — повітряне; робочий цикл (10 хв. при ΠB 80 %) — 400 А в CO_2 ; 350 А в суміші газів $Ar + CO_2$; діаметр зварювального дроту — 1,0-1,6 мм; вироблено відповідно до IEC 60974-7:2013.

Для більш докладного ознайомлення з виробом, пропонуємо звернутися безпосередньо до фахівців технічного відділу компанії, завітати до нашого салону, та на власні очі пересвідчитися у якості пропонованого товару.

Т. Бризинська, ТОВ «Джейсік Україна»

1822



TOB «Джейсік Україна», офіційний представник TM Jasic в Україні м. Київ, пр-т Перемоги, 67, кор. «Р»

м. Київ, пр-т Перемоги, 67, кор. «Р» Тел.: +38 (044) 200-16-55, (067) 486-96-37, (067) 824-96-56

e-mail: sales@jasic.ua

www.jasic.ua

XVIII МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2019

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ























ОРГАНІЗАТОР: Міжнародний виставковий центр

Генеральний інформаційний партнер:

O SOPYAOBAHNE MIGIPYMEHT

Ексклюзивний медіа партнер: ЖУРНАЛ головного Технічний партнер:

<u>Rent Wedia</u>

19-22 листопада



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58 e-mail: alexk@iec-expo.com.ua www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр www.tech-expo.com.ua МІЖНАРОДНИЙ ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР Україна, Київ, Броварський пр-т, 15 (А) "Лівобережна"

Визуальный контроль сварных соединений. Подходы к разработке методики контроля. Наиболее частые практические ошибки

В. Хатько, УП «Белгазпромдиагностика» (Минск, Республика Беларусь)

В данной статье изложена методика выполнения визуального контроля, а также возникающие при разработке методик проблемы и ошибки, т. к. ни один стандарт не устанавливает унифицированных подходов. Инженеры компании УП «Белгазпромдиагностика» имеют большой опыт как непосредственного проведения визуального контроля, так и подготовки специалистов для сертификации персонала в области неразрушающего контроля. Предлагаемая методика значительно унифицирует практическое применение благодаря рассмотрению порядка проведения визуального контроля в виде алгоритма и поможет избежать многих типичных ошибок.

1. Определение основных параметров.

Выполнение любого вида неразрушающего контроля, в целом, а визуального контроля сварных соединений, в частности, необходимо начинать с установления порядка проведения контроля — методики проведения.

К разработке методики визуального контроля следует приступать с изучения техниконормативных правовых актов (ТНПА или НПА) на метод контроля и на объект контроля, конструкторской документации (КД) на изделие по части сварки, термообработки и контроля качества сварки. Целью изучения ТНПА (НПА) и КД является установление основных требований и параметров контролируемого изделия, таких как:

- вид сварки;
- тип сварного соединения с параметрами и размерами конструктивных элементов;
- пространственное положение сварного шва;
- материал сварного соединения (углеродистая, конструкционная, легированная сталь и т. д.).
- значения геометрических параметров шва (ширина, высота и катет шва);
- уровень качества сварного соединения;
- требуемая чувствительность контроля;
- браковочные уровни для каждого дефекта.
 Основные ошибки на данном этапе:
- отсутствие или неточность значений основных параметров из-за отсутствия доступа к ТНПА (НПА) и КД;
- отсутствие у специалиста понимания, какую норму на дефект необходимо использовать и где ее взять.

2. Выбор инструмента.

В соответствии с пределами допусков на размеры дефектов (измеряемой величиной) необходимо выбрать измерительный инструмент с соответствующей основной абсолютной погрешностью измерения.

Основные ошибки на данном этапе:

- не учитываются геометрические размеры объекта контроля;
- выбранный инструмент не обеспечивает измерения всех параметров и требуемой точности.

3. Разработка технологической карты.

Для качественного проведения контроля необходимо разработать технологическую карту (инструкцию) проведения контроля конкретного изделия.

Основные ошибки на данном этапе:

- разработка без учета конструктивных особенностей контролируемого изделия;
- отсутствие четко обозначенных конкретных требований ТНПА (НПА), наличие только ссылок на нормативную документацию (должны быть указаны приведенные нормы ТНПА (НПА).

4. Подготовка сварного соединения к проведению контроля.

Сварные соединения должны предъявляться к контролю очищенными (механически или вручную) от шлака, брызг металла, окалины, продуктов коррозии и др. загрязнений с поверхности шва и околошовной зоны для обеспечения выявляемости всех дефектов.

Требования к зачистке сварного шва для проведения визуального контроля:

- зачистка должна осуществляться по всей длине сварного шва и прилегающего к нему с обеих сторон основного металла не менее, чем на 20 мм.
- шероховатость зачищенной поверхности должна быть не хуже $R_a \le 12,5$ мкм ($R_a \le 80$ мкм).
- фактическая толщина стенки сваренных деталей после зачистки должна оставаться в допуске.
- не допускается появление на контролируемой поверхности цветов побежалости, прижогов, неровностей, рисок, вмятин, забоин и пр.
- качество обработки поверхности должно обеспечивать плавный переход от сварного шва к основному металлу без подрезов.

Основные ошибки на данном этапе:

• зачистке подвергают только сварной шов, забы-

вая об основном металле;

- используют грубый абразив, что приводит к появлению неровностей, рисок, цветов побежалости, утонения основного металла;
- производят шлифовку (полировку) до зеркального блеска, что может создавать трудности при контроле.
 - **5. Условия проведения визуального контроля.** Должны быть обеспечены следующие условия онтроля:
- контролируемая поверхность должна быть доступна для проведения контроля;
- освещенность контролируемой поверхности должна составлять не менее 350 лк, а для надежного выявления дефектов 500 лк.

Для достижения хорошего контраста и отчетливой различимости дефектов и фона при необходимости должен быть использован дополнительный источник освещения (лампа или фонарь).

При применении дополнительного освещения для достижения максимальной эффективности контроля следует рассматривать необходимость:

- а) использования оптимального направления света по отношению к рассматриваемой точке;
 - б) устранения ослепляющего блеска;
- в) оптимизации цветовой температуры источника света;
- г) использование уровня освещения, совместимого с отражательной способностью поверхности.
- расстояние до контролируемой поверхности должно быть не более 600 мм, наилучшее расстояние для контроля – 250 мм.
- контролируемая поверхность должна рассматриваться под углом не менее 30°. При невозможности обеспечить минимальный угол осмотра, необходимо применять поворотные зеркала. Основные ошибки на данном этапе:
- несоблюдение параметров контраста, освещенности, расстояния и угла контроля;
- несоответствие применяемых приборов и приспособлений требуемой чувствительности и/или уровню браковки;
- несоблюдение последовательности проведения визуального контроля (сначала обзорный контроль, быстрый осмотр или мгновенная оцен-

ка с подходящей дистанции и освещенностью поверхности, для установления контролепригодности объекта и необходимости детального (местного) контроля, а затем локального (местного) контроля, детального исследования мест возможного нахождения дефектов с расстояния не более 600 мм и угле осмотра не менее 30°, при освещенности поверхности не менее 500 лк).

6. Порядок проведения визуального контроля.

Алгоритм и объем контроля зависит от этапа сварочного производства, на котором осуществляется визуальный контроль: входной контроль, контроль подготовки элементов под сборку, сборки элементов под сварку, в процессе сварки, изготовленного изделия, контроль в процессе эксплуатации.

Рассмотрим алгоритм проведения визуального контроля на конкретном примере: визуальный контроль стыкового сварного соединения пластин заданного типа, выполненного определенным видом сварки, с заданной толщиной свариваемых элементов при известной марке основного материала (рис. 1).

1) Область проведения контроля. Контроль подготовки сварного соединения к проведению визуального контроля.

Областью контроля является сварное соединение по всей длине и прилегающий к нему с обеих сторон основной металл на расстоянии не менее 20 мм. Зона контроля должна быть очищена от шлака, брызг металла до чистого металла с шероховатостью поверхности не хуже $R_a \le 12,5$ мкм ($R_z \le 80$ мкм).

Для стыковых соединений пластин проводят контроль лицевой и корневой стороны сварного соединения. Определяем начало и направления осмотра $(puc.\ 2)$.

Основные ошибки на данном этапе:

- не учитываются требования ТНПА (НПА) и КД для разных типов сварки (область контроля сварных соединений может быть различна, например, для электрошлаковой сварки область контроля основного металла составляет не менее 50 мм, а в железнодорожном секторе не менее 100 мм с обеих сторон сварного шва);
- не контролируется соответствие уровня подготовки поверхности металла установленным требованиям.

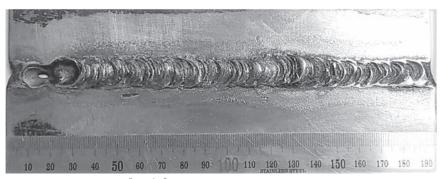


Рис. 1. Стыковое сварное соединение

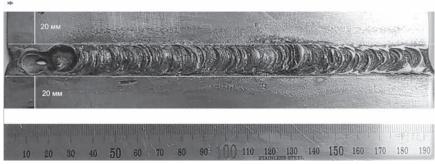


Рис. 2. Область контроля

2) Контроль формы шва.

Поверхность шва должна быть мелкочешуйчатая, без наплывов, сужений, перерывов, незаверенных кратеров и иметь плавный переход к основному металлу.

При контроле формы шва проверяем на соответствие требованиям:

• качество поверхности шва;

новному металлу.

- равномерность высоты и ширины шва по всей его длине;
- плавность перехода к основному металлу (*puc. 3*). Рассматривая данный шов, опишем его форму: поверхность шва мелкочешуйчатая, имеется прожог, наплыв, сужение, с плавным переходом к ос-

Основные ошибки на данном этапе:

 при описании формы шва большое влияние оказывает субъективный фактор на определение плавности перехода к основному металлу (неправильный профиль сварного шва – угол α между поверхностью основного материала и плоскостью, касательной к поверхности сварного шва, менее установленного значения);

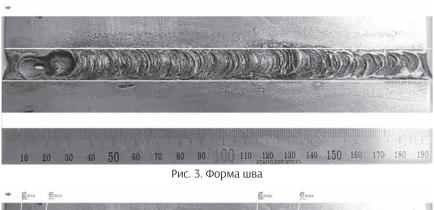
- при определении равномерности по высоте и ширине не устанавливаются пределы возможных отклонений.
- 3) Контроль геометрических размеров шва. Измерение и сравнение с нормой.

Геометрические размеры шва определяются стандартами на вид сварки и тип сварного соединения (для рассматриваемого примера: е — ширина шва, g — высота шва), параметры сварного шва зависят от толщины свариваемых деталей.

Геометрические размеры шва измеряем в местах наибольших отклонений, выявленных на предыдущем этапе: ширину шва e_{max} и e_{min} , высоту шва (превышение шва) g_{max} и g_{min} , сравниваем с установленной нормой и делаем вывод о соответствии или несоответствии по каждому параметру сварного шва (puc. 4).

4) Выявление, классификация, измерение размеров поверхностных дефектов. Сравнение с нормой.

Контроль осуществляется от начала осмотра в определенном направлении. Выявляем поверхностные дефекты, классифицируем их согласно стан-



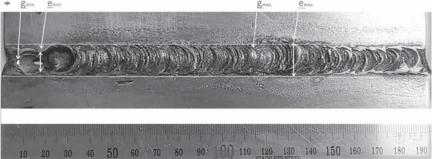


Рис. 4. Геометрические размеры шва в местах наибольших отклонений

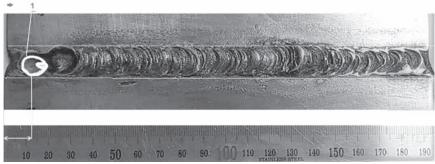


Рис. 5. Дефект № 1. Прожог

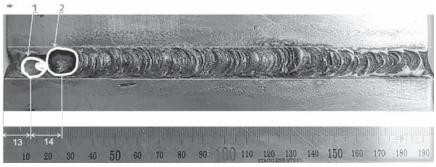


Рис. 6. Дефект № 2. Усадочная раковина

дарту, измеряем их размеры, сравниваем с установленной нормой и делаем вывод о соответствии или несоответствии по каждому выявленному дефекту.

Измеряем координаты расположения дефектов от начала осмотра данные по нормативной базе даны согласно Национальным стандартам Беларуси. Применительно к России и Украине это будет соответственно ГОСТ И ДСТУ).

Дефект № 1, ПРОЖОГ-510 (СТБ ISO 6520-1) — вытекание металла из сварочной ванны, в результате которого образуется сквозное отверстие в сварном шве (puc. 5).

Недопустимый дефект.

Координата дефекта L1 = 13 мм.

Дефект № 2, УСАДОЧНАЯ РАКОВИНА (кратер)-202 (СТБ ISO 6520-1) — полость, образующаяся вследствие усадки во время затвердевания металла шва. Как правило, недопустимый дефект, однако есть ТНПА, где установлены браковочные нормы на данный дефект (например, по СТБ ISO 5817 на уровень качества «С» и «D», размер дефекта нормируется по глубине от уровня основного металла) (рис. 6).

Координата дефекта L2 = 27 мм.

Дефект № 3, ПРЕРЫВИСТЫЙ ПОДРЕЗ-5012 (СТБ ISO 6520-1) — цепочка коротких подрезов вдоль сварного шва (puc. 7).

ПОДРЕЗ-501 — углубление по линии сплавления сварного шва с основным металлом, образовавшимся при сварке.

На данный дефект есть браковочные нормы в ТНПА (например, по СТБ ISO 5817 для уровней качества «В», «С» и «D», размер дефекта нормиру-

ется по глубине от уровня основного металла и зависит от толщины свариваемых элементов).

Координата дефекта L3 = 37 мм.

Основная ошибка — неправильная классификация дефекта. Его часто путают с такими дефектами как:

- незаполненная разделка;
- несплавление кромки 511 (СТБ ISO 6520-1).

Дефект № 4, СЛЕД ОТРУБКИ (забоина)-605 (СТБ ISO 6520-1) — местное повреждение в результате применения зубила или др. инструментов (рис. 8).

Недопустимый дефект.

Координата дефекта L4 = 55 мм.

Основная ошибка – неправильная классификация дефекта. Его часто путают с такими дефектами как:

- поверхностные задиры (603) повреждения поверхности, вызванные удалением путем отрыва временно приваренного приспособления;
- след шлифовки (604) местное повреждение от инструмента в результате шлифования.

Дефект № 5, БРЫЗГИ МЕТАЛЛА-602 (СТБ ISO 6520-1) — капли наплавленного или присадочного металла, образовавшиеся во время сварки и прилипшие к поверхности затвердевшего металла сварного шва или околошовной зоны основного материала (рис. 9).

Недопустимый дефект.

Координата дефекта L5 = 143 мм.

Дефект № 6, ВОЗОБНОВЛЕНИЕ в верхнем слое-5171 (СТБ ISO 6520-1) — местная неровность поверхности в месте возобновления сварки (*puc. 10*).

Недопустимый дефект.

Координата дефекта L6 = 148 мм.

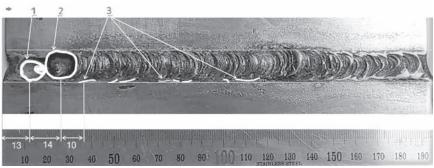


Рис. 7. Дефект № 3. Прерывистый подрез

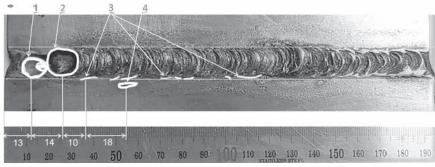


Рис. 8. Дефект № 4. След отрубки

Дефект № 7, НАПЛЫВ на кромке лицевой поверхности шва-5061 (СТБ ISO 6520-1) — избыток наплавленного металла сварного шва, натекший на поверхность основного материала, но не сплавленный с ним (рис. 11).

Как правило, недопустимый дефект, однако есть стандарты с нормой на данный дефект (например, по СТБ ISO 5817 на уровень качества «D», размер дефекта нормируется по величине натекания на основной металл).

Координата дефекта L7 = 179 мм.

5) Выявление линейного и/или углового смещения, измерение параметра, сравнение с нормой.

Детали, подготовленные под сварку, должны быть правильно собраны по отношению друг к другу в соответствии с конструкторской документацией (чертежом). Ошибки сборки приводят к линейным или угловым смещениям. В процессе сварки при остывании, металл уплотняется и в шве возникают внутренние напряжения:

продольные приводят к короблению в продольном направлении;

• поперечные приводят к угловым деформациям. Линейное смещение — 507 (СТБ ISO 6520-1) — смещение между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются параллельно друг другу, но не на требуемом уровне.

На данный дефект есть нормы в стандартах.

Дефект № 8, УГЛОВОЕ СМЕЩЕНИЕ-508 (СТБ ISO 6520-1) — смещение между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются друг относительно друга под углом, отличающимся от требуемого.

Как правило, недопустимый дефект, однако есть стандарты с нормой на данный дефект, измеряемый на расстоянии 200 мм от шва.

Если деталь менее 200 мм, то параметр пересчитывают по формуле:

 $h = (200 \cdot h_1) / L_1 = (200 \cdot 2) / 117 = 3,4$ мм (рис. 12). Основная ошибка: неправильно классифицируются дефекты и определяется допустимая норма на параметры дефекта (некоторые дефекты нормируются по нескольким параметрам), с недостаточной точностью измеряются параметры дефектов.

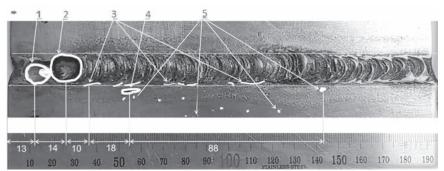


Рис. 9. Дефект № 5. Брызги металла

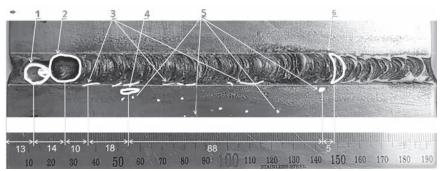


Рис. 10. Дефект №6. Возобновление

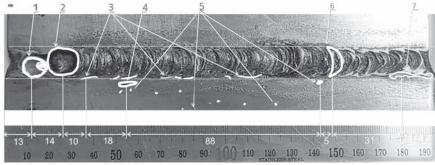


Рис. 11. Дефект № 7. Наплыв

7. Заключение по результатам визуального контроля.

Результаты проведения визуального контроля должны фиксироваться в рабочем блокноте специалиста.

После проведения контроля и анализа его результатов делается заключение о соответствии качества сварного соединения требованиям ТНПА.

Сварное соединение должно оцениваться отдельно по каждому виду дефектов, в соответствии с установленным уровнем качества и признаваться соответствующим или не соответствующим (если хотя бы один из параметров сварного шва не соответствует установленным требованиям) уровню качества.

Уровень качества необходимый в каждом отдельном случае, должен быть определен до начала производства и указан в конструкторской и технологической документации.

На сегодняшний день существует два подхода к заданию уровня качества сварных соединений:

- уровень качества «Высокий», «Средний» и «Низкий» задается в Государственном стандарте Республики Беларусь (СТБ), в зависимости от дефектов;
- уровень качества (требования к сварному шву) задается в технических кодексах установившейся практики (ТКП), строительных нормах

и правилах (СНи Π), в зависимости от того, что это за изделие (сварное соединение), где и как оно будет эксплуатироваться.

8. Оформление результатов визуального контроля.

Факт и результаты проведения контроля должны фиксироваться в Журнале регистрации работ по визуальному контролю. Если есть требования в используемом стандарте или контракте, то должен быть составлен письменный отчет (протокол визуального контроля).

ТНПА не предусматривают единую форму протокола контроля, но четко определяют какая информация должна быть приведена:

- 1. Завод-изготовитель, наименование элементов сварной конструкции.
- 2. Лаборатория, выполняющая испытания (наименование и реквизиты аккредитации).
- 3. Обозначение и наименование сварной конструкции (узла, сварного шва).
 - 4. Материал контролируемого изделия.
- 5. Толщина свариваемого материала контролируемого изделия.
- 6. Способ сварки (ручная дуговая сварка, сварка в защитных газах, сварка под флюсом и т. д.).
- 7. Средства измерений, используемые при контроле.
 - 8. Объем контроля со ссылкой на соответствую-



Рис. 12. Дефект N^{o} 8. Угловое смещение свариваемых элементов

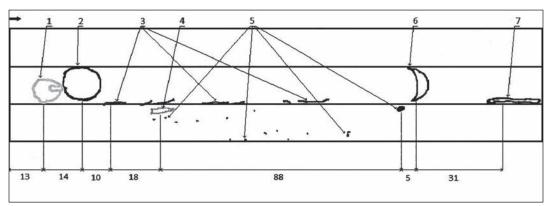


Рис. 13. Дефектограмма сварного соединения

Таблица 1. Оформление результатов визуального контроля

№ деф.			Нормы оценки качества	Размеры дефектов	Заключение (допускается/недопускается)	
	По классифи	катору СТБ	качества	дефектов	(допускается) недопускается)	
1	510	Прожог	Берем норму из стандарта	Сквозная дыра Ø 6 мм	Не допускается	
2	202	Усадочная раковина	Берем норму из стандарта	Диаметр 12 мм; глубина 3 мм	Сравниваем с нормой, делаем вывод	
3	5012	Прерывистый подрез	Берем норму из стандарта	Глубина 1 мм	Сравниваем с нормой, делаем вывод	
4	605	След отрубки	Берем норму из стандарта	Длина 10 мм; глубина 2 мм	Сравниваем с нормой, делаем вывод	
5	602	Брызги металла	Берем норму из стандарта	-	Не допускается	
6	517	Возобновление	Берем норму из стандарта	-	Не допускается	
7	5061	Наплыв	Берем норму из стандарта	Наплыв 3 мм	Сравниваем с нормой, делаем вывод	
8	513	Неравномерная ширина шва	Берем норму из стандарта на данный вид сварного шва	e _{max} = MM e _{min} = MM	Сравниваем с нормой, делаем вывод	
9	502	Превышение выпуклости стыкового шва	Берем норму из стандарта на данный вид сварного шва	g _{max} = мм g _{min} = мм	Сравниваем с нормой, делаем вывод	
10	508	Угловое смещение	Берем норму из стандарта	Угловое смещение	Сравниваем с нормой, делаем вывод	

щую конструкторскую документацию.

- 9. Критерии приемки на дефекты и геометрические размеры сварного шва.
- 10. Результаты контроля со ссылкой на критерии приемки.
- 11. Фамилия, имя, отчество лица, проводившего контроль, дата проведения контроля.

При документированном протоколе визуального контроля проверенного сварного шва должны быть сделаны фотоснимки и (или) точные эскизы (дефектограмма) с четко различимыми дефектами и координатами их расположения (рис. 13).

При использовании фотофиксации для документирования результатов визуального контроля необходимо подтверждение пригодности системы

косвенного контроля (используемой фотокамеры, расстояния и параметров фотосъемки) для отображения всех дефектов в изделии.

Все выявленные дефекты, в соответствии с их номерами заносятся в таблицу, классифицируются, указывается их норма, измеренный размер и делается вывод по каждому дефекту — «соответствует» или «не соответствует» (*табл. 1*).

Проконтролированное и признанное годным сварное соединение при необходимости должно быть промаркировано или обозначено.

9# 1823

Системы безопасности с двуручным управлением*

О.Г. Левченко, д.т.н.; **С.Ф. Каштанов,** к.т.н., НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского»; **А.П. Олейник,** ДП «Итон Электрик» (Киев)

При эксплуатации любого промышленного оборудования, особенно в сфере сварочного производства, имеют место многочисленные риски, связанные с возникновением потенциально опасных и вредных производственных факторов. Это риски, связанные с возможностью получения травм и профессиональных заболеваний производственным персоналом, а также негативного влияния данного оборудования на окружающую среду. Для обеспечения требуемого уровня безопасности промышленного оборудования, контроля и снижения рисков необходимы специальные технические средства — системы управления безопасностью.

В состав таких систем, как правило, входят устройства безопасности для управления настройками промышленного оборудования, а также защитные ограждения, световые барьеры, устройства аварийной остановки, датчики и т. п. Кроме того, выполнение всех технологических операций должно в обязательном порядке постоянно контролироваться, а само оборудование, в случае необходимости (аварийная ситуация, отказ, отключение электроснабжения, выбросы вредных веществ и т. п.) должно гарантировано приводиться в безопасное состояние и периодически тестироваться.

Требования безопасности сварочного оборудования должны закладываться еще на стадии его проектирования. Но как показывает опыт системы (устройства) безопасности в отечественном сварочном оборудовании, как правило, далеко не совершенны или вообще отсутствуют. А разрабатывать новые системы, соответствующие современным мировым требованиям, на сегодня бессмысленно, поскольку они уже существуют в мировой практике.

Целью данной статьи является анализ возможности повышения безопасности сварочного оборудования за счет применения в нем специальных систем безопасности широко известной корпорации «EATON». Причем эти системы (устройства) не предназначены для конкретного производственного оборудования — они выполнены в виде отдельных блоков (устройств), которые можно монтировать как на самом оборудовании, так и использовать отдельно на рабочем месте.

Для начала рассмотрим возможности применения в сварочном оборудовании реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC, разработанного корпора-

цией «EATON» специально для использования в системах безопасности с двухпозиционным (двуручным) управлением в соответствии с существующими требованиями современных европейских и международных стандартов [1-7].

Следует отметить, что дополнительно к специализированному реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC электротехнической группой «EATON» спроектирован и специализированный двухпозиционный (двуручный) пульт управления «Two-hand control panel», при этом их комплексное использование позволяет обеспечить возможность получения максимальной четвёртой категории безопасности, а также возможность:

- двухпозиционного (двуручного) управления с контролем одновременности (синхронизма)
 0,5 с, что согласно EN 574 и ISO 13851 соответствует типу IIIC (применение до 4-ой категории безопасности);
- двухпозиционного (двуручного) управления с контролем одновременности (синхронизма)
 0,5 с и контролем количества контактов, что согласно EN 574 и ISO 13851 соответствует типу IIIC (применение до 4-ой категории безопасности);
- контроль управляющих и защитных устройств в соответствии с требованиями EN 1088 с контролем одновременности (синхронизма) < 0,5 с (применение до 4-ой категории безопасности).

Необходимо отметить, что контроль импульсной последовательности в защитном реле типа ESR5-NZ-21-24VAC-DC может осуществляться как при питании от источника переменного, так и постоянного тока. Что касается предотвращения непредвиденных запусков оборудования (повторных перезапусков), то все реле безопасности серии ESR5 практически полностью исключают такую возможность, в т. ч. и возможность автоматического перезапуска оборудования при восстановлении напряжения, поскольку это может привести к возникновению очень опасных ситуаций. Именно благодаря логике алгоритма работы реле безопасности серии ESR5, в случае восстановления напряжения в электросети, оборудование может быть запущено только лишь с помощью принудительной команды «Пуск».

В зависимости от типа реле безопасности серии ESR5 могут иметь не только различные категории безопасности, но и различные структуры, обеспечи-

^{*} Продолжение серии статей: часть 1 — «Сварщик» № 3, часть 2 — № 6 — 2018 г.

вающие возможность осуществления контроля за безопасностью функционирования систем управления с заданными характеристиками (EN 954-1 и EN ISO 13849-1). Так например, специализированное реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC обеспечивает категорию 4 по безопасности и имеет двуканальную структуру, представленную на рис. 1.

Одна ошибка в связанных с безопасностью частях системы управления, не приводит к потере функции безопасности всей системы. При использовании функции самоконтроля эта ошибка должна быть обнаружена немедленно или до момента возникновения следующей потенциальной опасности. Если это невозможно, то должны быть обеспечены условия, при которых накопление неисправностей не должно приводить к потере функции безопасности всей системы управления.

Следует также подчеркнуть, что помимо своей основной функции контроля двухпозиционного (двуручного) управления (типа I, II, III), специализированное реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC позволяет одновременно обеспечить выполнение и др. функций безопасности, например, таких как:

- аварийное отключение оборудования;
- контроль подвижных (съемных) защитных ограждений (без блокировки или с блокировкой);
- контроль открытых зон опасности;
- контроль световых барьеров;
- предотвращение непредвиденного запуска оборудования (повторных перезапусков) и др.

В *табл. 1* приведены основные параметры безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC. Это категория безопасности (Cat), структура, а также уровни эксплуатационной безопасности (PL - EN ISO 13849) и полноты безопасности (SIL - IEC 62061).

Следует еще раз подчеркнуть, что именно комплексное применение специализированных реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC и двухпозиционного (двуручного) пульта управления «Two-hand control panel» позволяет в полной мере обеспечить выполнение всех требований стандарта ISO 13851 [7].

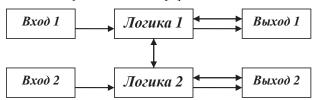


Рис. 1. Двуканальная структура с функцией самоконтроля (категория 4)

Данный стандарт устанавливает широкий спектр требований к безопасности двухпозиционных (двуручных) устройств управления. В т. ч. требования и руководства по выбору на основе оценки риска конструкций двуручных устройств управления, требования по предотвращению возможности обхода их защитного действия, а также требования и руководства по проектированию двуручных устройств управления, содержащих программируемые электронные системы.

Главной отличительной особенностью стандарта ISO 13851 является то, что он определяет требования к основным характеристикам двуручных устройств управления именно с позиций безопасности, и при этом подробно описывает допустимые комбинации их функциональных характеристик и минимальные требования по безопасности в зависимости от типа двуручных устройств: I, II, III A, III В и III С. Действие этого стандарта распространяется на любые двуручные устройства управления независимо от вида используемой энергии, в т. ч.:

- двуручные устройства управления, которые являются или не являются неотъемлемой составной частью машины;
- двуручные устройства управления, состоящие из одного или нескольких отдельных блоков.

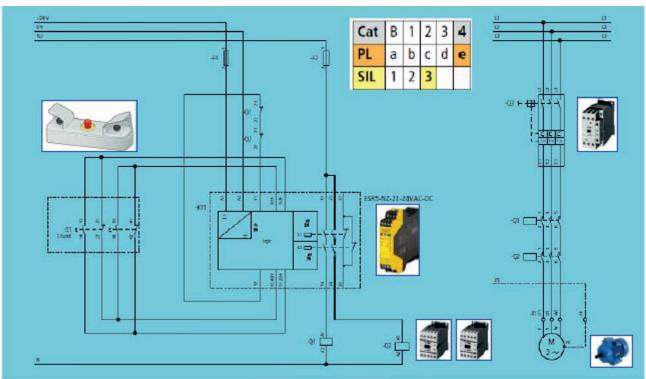
На *рис.* 2 представлена схема управления электросварочной установкой с двухпозиционным (двуручным) контролем в соответствии с типом III С, выполненная с применением специализированного защитного реле ESR5-NZ-21-24VAC-DC.

Данная схема может применяться для обеспечения безопасности попадания рук оператора-сварщика в опасную зону (под сварочный электрод), например, при контактной точечной сварке, поскольку его руки в этот момент заняты одновременным включением двух пусковых кнопок на пульте управления. Такое устройство может использоваться и при применении многих др. способов контактной и дуговой автоматической сварки, когда есть риск попадания части тела сварщика в опасную зону.

Предлагаемое техническое решение, в случае применения реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC совместно с двуручным пультом управления «Two-hand control panel», позволяет, при условии выполнения всех необходимых рекомендаций специалистов электротехнической группы «EATON/MOELLER» [8], гарантированно обеспечить необходимые стандарты безопасности производственного оборудования и выполнения всех

Таблица 1. Основные параметры безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC

Тип реле безопасности серии ESR5	Категория безопасности Cat	Структура	Уровень эксплуатационной безопасности	Уровень полноты безопасности
ESR5-NZ-21-24VAC-DC	4	Двуканальная с функцией самоконтроля	PL-e	SIL 3



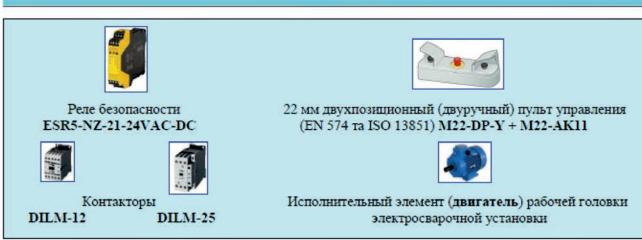


Рис. 2. Двухпозиционный (двуручный) контроль (тип III C) с применением реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC в системе управления электросварочной установкой

Таблица 2. Параметры безопасности при использовании в системе управления двухпозиционного (двуручного) контроля (тип III C) с применением реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC

Параметры безопасности	EN ISO 13849	Параметры безопасности	IEC 62061
Структура	Структура Cat.4	Структура	Структура SS D, симметричная
MTTF _d	51-70 лет	PFH _d	1,59 x10 ⁻⁸
B10 _d	18000	B10	S1: 4000000, Q1, Q2: 975000
n _{op}	B1, Q1: 12960, Q2 - Q3: 6500	$\lambda_{ m d}/\lambda$	S1: 0,2, Q1, Q2: 0,75
CCF	80	CSA	3,125
DC_{avg}	99 %	В	0,05
PL	е	DC	99 %
T10 _d	К1: 5-7 лет, все др.: > 20 лет	SIL	3

www.welder.stc-paton.com 2(126) 2019 СВАРЩИК

требований EN ISO 13849 и IEC 62061.

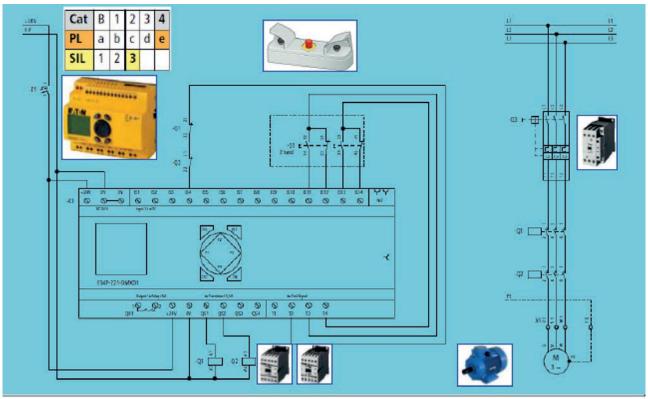
На *рис.* 3 представлен еще один возможный вариант выполнения схемы управления электросварочной установкой с двухпозиционным (двуручным) контролем в соответствии с типом III С.

В отличие от предыдущего, данный вариант предполагает использование программируемого реле безопасности ES4P-221-DMXD1, что дает возможность обеспечить для системы управления электросварочной установкой еще большие, чем при использовании реле безопасности ESR5-NZ-21-24VAC-DC, функциональные возможности и более высокий уровень надежности.

Согласно расчетам, которые выполнены по ме-

тодикам, приведенным в [1, 5, 8], предлагаемые схемы двухпозиционного (двуручного) контроля (тип III C) в системе управления электросварочной установкой обеспечивают следующие параметры безопасности (maбл. 2 и 3).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение реле безопасности серий ESR5 и ES4P в сфере сварочного производства, дает возможность гарантированно обеспечивать максимально высокий уровень безопасности производственного оборудования в процессе его эксплуатации, а также обеспечить выполнение всех существующих требований EN ISO 13849 (ДСТУ EN ISO 13849) и IEC 62061.



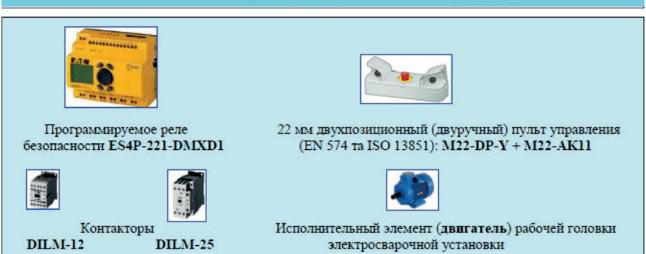


Рис. 3. Двухпозиционный (двуручный) контроль (тип III C) с применением программируемого реле безопасности ES4P-221-DMXD1 в системе управления электросварочной установкой

Параметры безопасности	EN ISO 13849		Параметры безопасности	IEC 62061			
Структура	Структура Cat.4		Структура	Структура SS D, симметричная			
MTTF _d	100 лет		PFH _d	1,33x10 ⁻⁸			
B10 _d	B1: 20000000, Q1 - Q3: 1300000		B10	S1: 4000000, Q1, Q2: 975000			
n _{op}	18000		$\lambda_{_{ m d}}/\lambda$	S1: 0,2, Q1, Q2: 0,75			
CCF	80		CSA	3,125			
DC _{avg}	99 %		В	0,05			
PL	E		DC	99 %			
T10 _d	> 20 лет		SIL	3			

Таблица 3. Параметры безопасности при использовании в системе управления двухпозиционного (двуручного) контроля (тип III C) с применением программируемого реле безопасности ES4P-221-DMXD1

Литература

- 1. IEC 62061 «Safety of machinery. Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems».
- 2. Постанова КМ України від 30.01.2013 р. № 62 про затвердження Технічного регламенту безпеки машин (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 632 від 28.08.2013 р.).
- 3. EN ISO 12100-1/2 «Safety of machinery General principles for design and risk evaluation. Basic concepts».
- 4. ДСТУ EN 954-1: 2003 «Безпечність машин. Елементи безпечності систем керування. Частина 1. Загальні принципи проектування».

- 5. ДСТУ EN ISO 13849-1: 2016 «Безпечність машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Частина 1. Загальні принципи проектування».
- 6. Machinery Directive: Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17.05.2006. / Official Journal of the European Union 09.06.2006. L157. pp. 24-86.
- 7. ISO 13851 «Safety of machinery Two-hand control devices Functional aspects and design principles»
- 8. Safety Manual: «Safety technology for machines and systems in accordance with the international standards EN ISO 13849-1 and IEC 62061».

9# 1824

Инверторные выпрямителя – новинки от ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона

Специалистами ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона завершена разработка и начато производство первой партии инверторных выпрямителей, со сварочными токами 400, 500 и 630 А.

Аппараты предназначены для работы во всех режимах сварки MMA/TIG/MIG/MAG, выдают сварочные токи до 400,500 и 630 А соответственно, что позволяет проводить сварочные работы покрытым электродом любого диаметра или сварочной проволокой до \emptyset 2 мм.



Для сохранения надежности в работе, новые аппараты основаны на проверенных и хорошо зарекомендовавших себя конструкторских и технологических решениях, уже не один год используемых в продукции Завода, профессиональной серии. ПАТОН $^{\text{тм}}$ ВДИ-400, ВДИ-500 и ВДИ-630 питаются от трехфазной сети на 380В без использования нулевого провода.

Как всегда, отличительной особенностью новых инверторов ПАТОН™ являются их массогабаритные характеристики. Еще одной отличительной характеристикой аппаратов стала мультиязычность интерфейса — теперь каждый сварщик при работе с инвертором может выбрать наиболее удобный для него язык меню настроек и информационных уведомлений.

Анонсированные инверторные выпрямители ПАТОН™ ВДИ-400, ВДИ-500 и ВДИ-630 — это первый этап проекта по созданию мощного инверторного сварочного оборудования от ПАТОН™. В рамках следующих этапов планируется разработка аппаратов инверторного типа на сварочные токи от 800 до 1250 A, которые в самом скором будущем должны пополнить ассортимент продукции Завода.

www.paton.ua

Скоростная автоматическая сварка танков

Корниенко А.Н., к.т.н., д.и.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

О значении приоритетных прорывных инновационных работ, о вкладе ИЭС им. Е.О. Патона в мировой научно-технический прогресс написано достаточно много. Однако, остается почти не исследованным влияние этих достижений на принятия политических решений, на действия руководителей государств и на ход истории. Отчасти такое положение можно объяснить тем, что ряд документальных материалов засекречен, но к некоторым по истечении 50 лет доступ открылся. И эти документы позволяют оценить политическое значение одной из работ ИЭС им. Е.О. Патона.

В конце Второй мировой войны 4-11 февраля 1945 г. на Ялтинской конференции лидеры стран антигитлеровской коалиции, желая сохранить нормальные отношения, избежать претензий и недоразумений, договорились о разделе сфер влияния между странами-победительницами, об устройстве Германии, о компенсации СССР экономических потерь. После разгрома фашистской Германии состоялась еще одна — Потсдамская конференция. Правда, делегации США и Великобритании уже возглавляли другие лидеры. Президент США Ф.Д. Рузвельт скончался 12 апреля. У. Черчилль с 26 июня 1945 г. уже не был премьер-министром Великобритании. Но и в Потсдаме не отвергались достигнутые соглашения.

У. Черчилль, как профессиональный журналист занялся писательской деятельностью. Причем вполне успешно — в 1953 г. он получил Нобелевскую премию по литературе, «обойдя» Э. Хемингуэя.

И все же ему не терпелось заняться большой политикой всемирного масштаба. Не востребованный в своей стране, он, как лидер оппозиции, отправился с новой идеей в США. Президент Г. Трумен организовал дружескую встречу оппозиционеру. 5 марта 1946 г. Черчилль в Фултоне (США, штат Миссури) произнес речь, которую принято считать стартом холодной войны. Призыв Черчилля «показать русским силу» и сплотить «мир, говорящий по-английски» против «восточного коммунизма» был произнесен в присутствии американского президента и означал согласованный переход США и Великобритании к жесткому курсу в отношении СССР.

19 сентября, выступая в Цюрихском университете, бывший английский премьер призвал недавних врагов — Германию, Францию и свою страну к примирению и созданию «Соединенных Штатов Европы», прекратить сотрудничество с СССР и организовать экономическую блокаду.

Развернулась обработка масс. Более сотни журналов печатали статьи и карикатуры с идеей: «СССР всей своей военной мощью хочет захватить США и украсть наших женщин». Для публикаций выдумывали такие громкие и выразительные названия, как «Formenonly», «Male», «Truemen», «Stag», «Man'slife», «Adventure».

Впрочем, это была открытая часть разворачивавшей холодной войны.

Скрытая часть этой истории, имеющей отношение к работам ИЭС им. Е.О. Патона, стала известна после публикации некоторых секретных архивов.

В 1947 г. У. Черчилль просил сенатора С. Бриджа уговорить президента США не откладывать ядерный удар по СССР, «стереть с лица земли» Кремль и превратить СССР в «малозначительную проблему. В противном случае СССР нападет на США уже через 2-3 года после создания там атомной бомбы». Черчилля по-дружески успокаивали, сообщали, что в США уже разработаны планы бомбардировки. В 2015 г. США раскрыли информацию о планах по нанесению ядерных ударов по СССР. Оказывается, и без идей Черчилля к 30 августа 1945 г. – прежде, чем вторая мировая война была официально окончена - в США уже составили список целей для атомных бомбардировок СССР с «первыми» и «вторыми» приоритетными целями. 14 декабря Комитет начальников штабов США утвердил план «Peancer» (Клещи) бомбардировки 20 городов. Количество целей нарастало по планам: «Жаркий день», «Испепеляющий жар»



Рис. 1. Евгений Оскарович Патон – первый из действительных членов Академии наук УССР Герой Социалистического Труда, 1947 г.

«Встряска» и т. п.

Но по какой причине не уничтожили Москву, Киев, Минск, прибалтийские столицы и промышленные центры Урала и Сибири? Американские бомбардировщики могли без проблем достигнуть целей.

Американский историк М. Шерри в книге «Подготовка к следующей войне» пишет: «Войну предотвращали лишь советские танковые армии, дислоцированные в Восточной Европе, которые в случае конфликта, по расчетам американских экспертов, в течение одной-двух недель выходили на побережье Атлантического океана. Бомб на все заводы не хватит. Не было сомнения, что в кратчайший срок оставшиеся танковые заводы, применяя технологии Патона, выпустят столько танков, сколько нужно, чтобы занять всю Европу и дойти до Гибралтара». Учитывалось и то, что решающий вклад в победу над фашизмом вызвал рост симпатий народов мира к СССР [1].

Первый министр обороны США Джеймс Винсент Форрестол боялся, что Советская Армия разгромит американскую армию также, как разгромила Вермахт. Страх был такой, что 22 мая 1949 г. он с криком «русские танки идут» выбросился с 16 этажа [2].

Разведке и аналитической службе генштаба США можно было верить. Но даже не видя расчетов военных, Черчилль помнил события Второй мировой войны. И он, считавшийся мудрым политиком, несколько раз просчитался, не смог предсказать и объяснить действия советского руководства, способность создавать новую технику и прорывные технологии.

История же танковых военных и промышленных битв была следующей:

1 сентября 1939 г. Германия напала на Польшу – началась Вторая мировая война. В разгроме армий противника и захвате территорий Польши, Дании, Бельгии, Голландии, Франции важную роль играли танковые войска Германии. 22 июня 1941 г., в первый день нападения на СССР, мощные танковые группировки Вермахта продвинулись в направлении главных ударов глубиной до 50 км. Войска Красной Армии применяли контрудары. Преимущества танка Т-34 сказались в первой танковой битве в районе Луцка, Дубно, Ровно, в которой на несколько дней было задержано наступление 1-й немецкой танковой армии на Киевском направлении. Но в целом Красная Армия не была способна сдержать наступление немецко-фашистской армии, в частности потому, что не хватало оружия и танков.

Руководство Германии оценило успехи нападения на СССР как выигрыш войны. 4 июля Гитлер заявил: «Я все время стараюсь поставить себя на место противника. Практически войну он уже проиграл. Хорошо, что мы разгромили танковые и военно-воздушные силы русских с самого начала. Россияне не смогут быстро их восстановить». На совещании в ставке он утверждал, что в бли-

жайшее время война с фазы борьбы с Красной Армией перейдет в фазу экономического подавления СССР. Следует вспомнить, что вооружали Вермахт не только заводы Германии. Оружие поставляли почти все страны Европы, а войска Румынии, Италии, Венгрии, Чехословакии, Финляндии также вторглись на территорию СССР.

В июле 1941 г в Москву прилетел посланник президента Ф. Рузвельта. Он сообщил, что США начали отправлять в СССР вооружение, продукты питания, медикаменты и др. вещи и материалы, что на взгляд президента США должно существенно улучшить положение СССР в войне. Но когда прибыла первая партия американских танков, обнаружилось, что они значительно проигрывали по основным тактико-техническим характеристикам немецким танкам.

Г. Гопкинс, между прочим, отметил, что российский средний танк имеет достаточно высокие боевые качества, и Сталин предложил «изготавливать эту боевую машину в Соединенных Штатах, ведь сейчас Германия может производить больше танков в месяц, чем советская промышленность» [3]. США производить Т-34 не захотели. Впрочем, сроки поставки оружия в СССР согласно протоколам и планам ленд-лиза срывались. Зимой 1941 г. наступление немцев на Москву был остановлено, а контрнаступление было обеспечено исключительно отечественным оружием, причем значительную роль сыграли танки Т-34 [4].

И.В. Сталин поблагодарил Ф. Рузвельта за помощь: «Считаю необходимым предупредить, что как утверждали наши специалисты на фронте, американские танки очень легко воспламеняются от патронов противотанковых пушек, которые попадают сзади или сбоку. Это происходит потому, что высокосортный бензин, который используется американскими танками, создает в танке большой слой бензиновых паров ...Более подходящим мотором для танков наши специалисты считают дизель». Такой вежливый отклик на характеристики недостаточно совершенных американских танков можно объяснить и уверенностью руководства СССР в способности танкостроителей в сжатые сроки ускорить выпуск продукции и удовлетворить потребности Красной Армии в танках и САУ.

6 ноября 1941 г. И.В. Сталин в докладе на заседании Московского Совета депутатов трудящихся города Москвы, оценивая ситуацию, сложившуюся в начале войны, в частности отметил: «Другая причина временных неудач нашей армии состоит в недостатке у нас танков и отчасти авиации... Наши танки по качеству превосходят немецкие танки, а наши славные танкисты и артиллеристы не раз обращали в бегство хваленые немецкие войска с их многочисленными танками. Но танков у нас все же в несколько раз меньше, чем у немцев. В этом секрет временных успехов немецкой армии. Нельзя сказать,

что наша танковая промышленность работает плохо и подает нашему фронту мало танков. Нет, она работает очень хорошо и вырабатывает немало превосходных танков. Но немцы вырабатывают гораздо больше танков, ибо они имеют теперь в своем распоряжении не только свою танковую промышленность, но и промышленность Чехословакии, Бельгии, Голландии, Франции» [5].

Озвученную в докладе И.В. Сталина задачу «увеличить в несколько раз производство танков» можно было решить при увеличении производительности на каждой технологической операции. Причем для этого требовались высококвалифицированные инженеры и рабочие, новые производственные мощности. А металлургия, машиностроение, энергетика западных регионов страны уже была выведена из строя, многие специалисты были на фронте. В восточные регионы страны эвакуировались заводы из Мариуполя, Днепропетровска, Донецка, Киева, Запорожья...

В последние месяцы 1941 г. в Нижний Тагил на территорию Уралвагонзавода прибыли 400 эшелонов с оборудованием, заготовками и специалистами с семьями Харьковского паровозостроительного завода им. Коминтерна (ХПЗ) - первенца советского танкостроения. В конструкторском бюро последнего и был спроектирован лучший средний танк Второй мировой войны – Т-34, а в цехах - налажено его производство. Вагонное производство было переброшено в Барнаул и завод в Нижнем Тагиле стал называться Уральским танковым заводом № 183 им. Коминтерна. На новом месте быстро наладили выпуск танков – сначала из заготовок, прибывших из Харькова. Было установлено оборудование металлургических заводов Мариуполя и Днепропетровска, Новокраматорского машиностроительного завода. Вскоре была налажена выплавка легированных сталей, прокат и термообработка броневых плит, литье башен, штамповка и др. технологии изготовления деталей и узлов танка.

В целом, в конце 1941 г. в СССР уже работали 8 танковых, 6 корпусных, 3 дизельных завода; во второй половине 1941 г. Советская промышленность произвела 4,8 тыс. танков. «Узким» местом производства были бронекорпусные цеха. По много часов каждый корпус танка занимал место в цехе. На дуговой сварке броневых плит толщиной 50-70 мм были заняты сотни квалифицированных сварщиков-ручников.

ИЭС был эвакуирован в Нижний Тагил и разместился на «Уралвагонзаводе». Е. О. Патон решил, что должен участвовать в производстве танков. Автоматическая сварка справилась бы с этой работой быстрее, но технология, составы электродных проволок и флюса были разработаны исключительно для сварки обычных конструкционных сталей.

И Е.О. Патон ввязался в битву технологий.

В 1941 г. специалисты ИЭС под руководством Е.О. Патона и Харьковского завода № 183 впервые в мире решили проблему автоматической дуговой сварки под флюсом специальных броневых сталей. Впервые в мире была разработана технология автоматической сварки танковой брони, создан новый класс сварочного оборудования (В.И. Дятлов, Б.И. Иванов, Б.Е. Патон, П.И. Севбо, В.Е. Патон). В 1942 г. были спроектированы и изготовлены первые в мире специализированные установки для автоматической сварки под флюсом корпусов танков, башен и др. узлов (20 установок), бомб и боеприпасов (8 установок). Разработана первая в мире поточная линия по сборке и автосварке, запущенная на танковом заводе им. Коминтерна. Одна установка, управляемая подростками, заменяла 10-14 опытных сварщиков-ручников. Поточные линии были смонтированы на 50 заводах. Эта технология была внедрена и в производство бомб и др. боеприпасов. В 1943 г. ИЭС разработал технологию автоматической сварки брони толщиной 90 и 120 мм для танков КВ и ИС. За годы войны автоматами сварили 4000000 м шва, было сэкономлено 5000000 КВт-ч электроэнергии, трудоемкость изготовления корпуса танка снизилась в пять раз. Всего за годы войны в СССР было выпущено 102 857 танков и САУ. В США только в 1944 г. сумели разработать технологию автоматической сварки броневых сталей; в Германии вся бронетехника изготавливалась ручной дуговой сваркой, причем качество соединения было не высоким [6, 7].

Танковые войска еще не раз демонстрировали свою мощь в операциях по разгрому группировок немецко-фашистских войск, приняли участие в завершающих операциях Второй мировой войны, в разгроме японской Квантунской армии. Маршал СССР Г.К. Жуков отметил, что благодаря достаточному количеству танков были созданы танковые армии, возникла новая стратегия ведения бое-



Рис. 2. На память от коллектива Уральского танкового завода им. Коминтерна, 1945 г.



Рис. 3. Е.О. Патон с сыновьями Владимиром и Борисом в канун 75-летия, 1945 г.

вых действий [8]. За время войны Т-34, в отличие от многих танков противника, морально не устарел, не утратил высоких боевых свойств.

В своем последнем выступлении перед Конгрессом США Ф. Рузвельт признал, что СССР воевал своим оружием. В 1945 г. У. Черчилль, на вопрос журналистов, чье оружие в войне было лучшим, ответил: «Три вида оружия: английские зенитки, советские танки, американские самолеты» [9].

Е.О. Патон записал: «...Перед нашим отъездом из Нижнего Тагила пришло письмо от наркома танковой промышленности В.А. Малышева: «Директору Института электросварки Академии наук УССР академику Е. О. Потону.

За период нахождения Института электросварки Академии наик УССР на заводе им. Коминтерна коллективом института под Вашим руководством проделана исключительно большая и ценная работа по внедрению автосварки на танковых заводах и по повышению их производственных мощностей... Выражая благодарность Вам и руководимому Вами коллективу работников Института электросварки Академии наук УССР, надеюсь, что и впредь, несмотря на новые большие задачи, поставленные правительством перед Вашим институтом, Вы не откажете при необходимости в помощи заводам танковой промышленности, на которых Вами уже проделана столь большая и плодотворная работа.

В. Малышев» [6].

Создатели Т-34 не успокоились на достигнутом и уже в 1944 г. начинается выпуск танка Т-44, а сразу после войны – Т-54. В ИЭС были развернуты фундаментальные исследования, в т. ч. и по проблемам разработки составов и технологий сварки броневых сталей. А новые танки соответствовали требованиям тогдашней военной доктрины.

В результате атомная бомбардировка городов СССР не состоялась. А Черчилль, несмотря на расчеты американского генштаба и свои знания истории танкостроительной промышленности и её научного обеспечения, не смог избавиться от мысли победить СССР.

В 1948-1949 гг. США приняли ряд законов о контроле над экспортом, которые являлись по своей сути «экономической войной» против СССР.



Рис. 4. В создание такого потока танков внесли вклад и Патоновцы

Были составлены списки так называемых «стратегических товаров», запрещенных к вывозу в СССР и страны социалистического лагеря [10].

И СССР оказался в экономической блокаде, научно-технической и информационной изоляции. Стране, спасшей мир от фашизма, предстояло самостоятельно возрождать разрушенную промышленность и, кроме того, оказывать техническую помощь восточноевропейским странам. Как мы знаем, санкции против СССР и стран Восточной Европы продолжались много лет. Но благодаря (или вопреки) информационной и экономической блокаде в ИЭС им. Е.О. Патона были сделаны те самые технологии, которые потом покупали сами организаторы блокады.

Литература

- 1. Sherry M.. Preparing for the Next War. American Plans for postwar defense, 1941–45, Yale University Press, 1977, p. 57
- 2. Rogow Arnold. James Forrestal, A Study of Personality, Politics, and Policy // MacMillan, 1963. 181 p.
- 3. Шервуд Р. Рузвельт и Гопкинс. Глазами очевидца (пер. с англ.). Т.1. - М.: Изд-во иностран. литерат. – 1958. – 680 с.
- 4. Переписка Председателя Совета Министров СССР с президентами США и премьер-министрами Великобритании во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Т.2-М.: Политиздат, 1976. –327 с.
- Сталин И.В. Сочинения. Т. 15. М.: Издательство «Писатель», 1997. - С. 71-83.
- 6. Патон Б.Е. Шов длиною в 4000000 метров // Т-34: путь к Победе. – К.: Политиздат Украины, 1980. - C. 166-188.
- 7. Великая Отечественная война: Краткий научно-популярный очерк М.: «Наука», 1973. – 455 с.
- 8. Жуков Г.К.. Воспоминания и размышления.-Москва. АПН, 1971. – 702с.
- 9. Confidential Dispatches: Analyses of America by the British Ambassador, 1939–1945. Evanston: 1974.–. 653 p.
- 10. Yergin, Daniel. Shattered Peace: The Origins of the Cold War and the National Security State. — Boston: Houghton Mifflin, 1977. - 526 p.

1825

ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ 2-2019 ТОРГОВЬ ПО ПРАЙС-ОБОЗРЕНИЕ Рекламно-информационное приложение к журналу «Сварщик» ПРАЙС-ОБОЗРЕНИЕ

Наименование Ед. изм. Цена, грн. Телефон Предприятие

І. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

■ I.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

I.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи св	арочн	ые		
Свар.агрег. DENYO DLW-300LS, одноп., диз.дв., вод. охл., 30-280A, 10,4кВА		договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DLW-400LSW, одноп., диз.дв., вод. охл., 60-380A, 15кВА	.шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
CBap.arper. DENYO DCW-480ESW Evo III Limited Edition CC/CV, двухлост.,			(0.44) 0.00 4.0 4.0 (0.05) 0.00 4.0 0.0	D 000
диз.двиг., вод. охл., на одном посту 60-480А, на двух 30-280А, 15кВА	ШТ.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
І.0120. Выпрямители сварочные				
ВДМ-630, 1202, 1601, 2001	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601	ШТ.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверторы для MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 A	ШТ.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккум	. ШТ.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 A, SW - 333			(0.4.4) 0.07 0.74 0 0.00 0.040	Тана тана и 1400 г. г. г. Г.О.Патана
(«Cemont»)	.шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. ЕОЛатона
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. ЕО.Патона
І.0121. Установки аргонодуговой сварки и напылен	19			
Установки для аргонодуговой сварки Kemmpi ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
TT-1600, MB-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG	ШТ.	от 6 500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
TIG-200P AC/DC	ШТ.	21 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
I.0130. Трансформаторы сварочные				
Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	ШТ.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	ШТ.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	ШТ.	от 4 635	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
I.0140. Сварочные механизированные аппараты (по	луавт	оматы для ,	дуговой сварки)	
Π /м A25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø 0,8-3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. копмлекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверт. свар. комплексы HC 500D, HC350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø 0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Кеттрі ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
TP-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 B, 10-150 A	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
П/а промышл. «Варио Стар» (160-400 A) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
Инверторные п/а, 160-350 А, горелки к п/а и расходные материалы	ШТ.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216	к/шт.	от 10 800	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
П/автомат FAN MIG 404 GP (Synergy) 400 A, сварка всех сталей и Al	ШТ.	27 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
I.0150. Автоматы для дуговой сварки				
Свар. трактор HS-1000 с инвер. ИП для одно- и двухдуговой сварки	ШТ.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора ТС-18М, ТС-77А, А-1698, ТС-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	ШТ.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Аппараты для дуговой сварки Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

54

Наименование Предприятие

PLASMA

Витратні деталі, що є сумісні більш ніж з 100 системами плазмової різки відомих світових виробників таких як HYPERTHERM® ,ESAB®,

KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN® и т. д.

LASER

Витратні деталі та аксесуари сумісні з TRUMPF®, BYSTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®. LVD®, MITSUBISHI® и т. д.

ТОВ «Термакат Україна ГмбХ» вул. Петропавлівська, 24 08130, с. Петропавлівська Борщагівка

тел./факс: (044) 403-16-99 e-mail: info@thermacut.ua





Витратні деталі сумісні з системами газової різки відомих світових виробників MESSER®, HARRIS®, ESAB®, TANAKA®

АПАРАТИ ПЛАЗМОВОГО РІЗАННЯ

FX-TRAFIRE®30H

EX-TRAFIRE®30SC

EX-TRAFIRE®40SD

EX-TRAFIRE®55SD

EX-TRAFIRE®75SD

EX-TRAFIRE®105SD.

Плазмотрони FHT-EX розробки THERMACUT.

м. Київ: (050) 336-33-91

(050) 444-22-45

м. Миколаїв: (050) 333-81-61

(050) 417-60-68 м. Харків:

м. Львів (050) 382-46-68

www.thermacut.com

HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN®, TRUMPF®, BYSTRONIC®, PRECITEC® AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI®, MESSER®, HARRIS® є зареєстрованими торговими марками. THERMACUT ніяким чином не пов'язані з даними виробниками

.......... I.0160. Аппараты для воздушно-плазменной резки металлов и сплавов, запасные части

Плазмотроны ВПР-9, ВПР-15, ПВР-402, расход. материалы, комплект. (Binzel)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
Киев-1 (толщ. реза до 8 мм), Киев-4 (толщ. реза до 80 мм)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
CUT 70, CUT 100, CUT 120, CUT 160	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

I.0170. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки

Сварочные роботы Fanuc	ШТ.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577 Саммит ООО	
Системы автоматизации сварки Kemmpi OY	ШТ.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577 Саммит ООО	

I.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

I.0200. Машины контактной сварки и комплектующие

Машины стык. и точ. св. MT 2202, MCO 606, MT 1928, MT 4224, MCC 1901,				
MTM-289 (сварка сеток), точ. маш Al (до 4 мм) MTBP-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогабарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110				• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
(сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
Ремонт и восстановление машин контактной сварки, купим машины контактные	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

1.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации

I.0310. Машины для термической резки металлов

Машины газорезательные - «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М»,				
«Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0320. Комплексы для электродуговой металлизации

—— І.0330. Горелки и резаки газокислородные

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая ГЗУ, Г2 МАФ (након. №2-4), ЗИПы	шт.	от 126	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона	
Комплекты газосварщика, кислорфлюс. резки, клапана предохр.,					
огнепреград., пост газосварщика (П)	шт.	от 360	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона	
Резаки машинные, пропановые, ацетилен. ручн. резки,					
МАФ-газ (до 100 мм), жидкотопл. (бензин, керосин, ДТ) до 300 мм, ЗИПы	шт.	от 168	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона	

I.0340. Генераторы ацетиленовые

Генераторы (Воронеж, Россия) АСП-10, АСП-15, АСП-14, Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона (сухой и водяной затворы), зап. части к АСП (044) 287-2716, 200-8042 договорная

I.0350. Редукторы, вентили, смесители, затворы, клапаны

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород., (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона пропановый ВБ-2, ВБ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный ШТ. договорная

I.0360. Установки для газотермического напыления

🔳 I.0370. Карбид кальция

Карбид кальция (Словакия) по 100 кг, по 3, 5, 10 кг (пластик. ведра) (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона договорная

Наименование Ед. изм. Цена, грн. Телефон Предприятие

- > Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO₂ и смесях (МВ EVO PRO, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60-750 A, газовое и жидкостное охлаждение)
- > Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80-500 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- > Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200-2800 / 200-800 A).
- Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOOL L1000, ABICOOL L1250).
- Редукторы газовые.



- ➤ Плазмотроны (ABIPLAS® CUT. ABICUT / 30-200 A, воздушное и жидкостное охлаждение).
- > Установки ВПР JÄCKLE Plasma (25-300 A).
- > Строгачи для строжки графитовым электродом (K10-K20 / 500-1500 A).
- ▶ Графитовые электроды ABIARC, вольфрамовые электроды WR2, WP, E3[®].
- > Средства защиты обрабатываемой поверхности ABIBLUE.
- Маски сварщика.
- > Керамические подкладки.
- > Весь спектр расходных материалов и другие принадлежности сварочного поста.

—— І.0380. Рукава и шланги

Рукав кислородный (Беларусь), ацетиленовый и кислород. цветной (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона от 6.30 І.0390. Баллоны газовые Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, СО,) 50, 27, 12, 5 л от 144 (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона I.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления I.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию I.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки

постологиродоржатом для ру топ дуговой обирки						
Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона		
1.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним						
Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000		
Горелки для аргонодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплет. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона		
I.0530. Реостаты балластные						
Реостаты балластные	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000		
1.0540. Инструменты						
Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H. HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона		

маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
Комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER,				
«MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	ШТ.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
maphopoli with the Law, with that Law, with the Law,				

1.0550. Электроинструменты

I.0560. Кабельно-проводниковая продукция

Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, наконечники каб. луженые

16, 25, 35, 50 мм²	м/шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
1.0570 Прочие комплектующие				

от 840

Контакторы КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы

I.0600. Оборудование для термической обработки

I.0700. Средства для зашиты металла и оборудования

потостородотов дин овадито неговина и осорудовании					
Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзофикс», 300 г, для травл. нерж. стали.					
TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона	
Защита: от налип. брызг, антикорр. «АРК/МРС», 10 л, «Black Jack», 5	00 мл,				
«Autravit'VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл,	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона	
«AntiperI EMU #1», «Antiperr 2000», 400 мл, канистра, 10 л,					
«Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона	

(044) 287-2716, 200-8042

Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

II. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

II.0100. Электроды покрытые металлические				
II.0110. Для сварки углеродистых и легированных	стале	Й		
Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	ΚΓ	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
АНО-4 (346), MP-3 (346), АНО-21 (346), УОНИ-13/55 (350A),				
УОНИ 13/45 (342А), повыш. кач.	KΓ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЦЛ-39 (З-09Х1МФ), ЦУ-5 (З-50А), ТМЛ-ЗУ (З-09Х1МФ),				
ТМЛ-1У (3-09Х1М), ТМУ-21У (350А)	KΓ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II.0120. Для сварки нержавеющих сталей				
Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	ΚΓ	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
03Л-6, ЦЛ-11, 03Л-8, 03Л-17У, 3ИО-8, НИИ-48Г, НЖ-13	KΓ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЭА-395/9 (3-11X15H25M6AГ2), ЭА-400/10У (3-07X19H11M3Г2Ф)	КГ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов				
II.0140. Для сварки чугуна				
MHY-2, ЦY-4	ΚΓ	от 102	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II.0150. Для наплавки				
Т-590, Т-620, ЭН-60М; ОЗН-6, ОЗН-300, ОЗН-400, НР-70, ЦН-6Л, ЦН-12М	КГ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II.0160. Для резки		договорная	(011) 200 0000, 210 1000	опотожнология для осо
Н. 67 66. ДЛЯ РЕЗКИ АНР-2М, АНР-3 Ø 4; 5 мм	КГ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II .0200. Электроды неплавящиеся		до: озорнал	(0.1.) 200 0000, 210 1000	оположномо им для осо
Электроды вольфрамовые (Германия, Китай)	шт.	от 10,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
■ II.0300. Проволока сварочная сплошная и пру	тки			
II.0310. Для сварки углеродистых и легированных	стале	Й		
Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	КГ	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг, Китай	ΚΓ	от 15,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
Проволока Св-08А	ΚΓ	9,30	(044) 200-8056, 200-8049	Экотехнология ДП 000
II.0320. Для сварки нержавеющих сталей				
Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	КГ	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Св-07X25H13 Ø 1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08X14H8C3Б (ЗП-305)				
Ø 2,0 mm, Cb-08X20H9Г7T Ø 1,6, 3,0, 4,0 mm	ΚΓ	69-75	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов				
Проволоки д/сварки алюминия на кат., в бухтах, прутках, 🧭 0,8-4,0 мм	КГ	от 87	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
II.0340. Для сварки чугуна				
ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø 1,2-3,0 мм	КГ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000





Сварочные электроды ЕТ-02 с рутил-целлюлозным покрытием

Тел.: (044) 200 80 56, м. (050) 352 58 67, (050) 310 58 63 e-mail: sales@et.ua, www.welderbest.com.ua

- легкий поджиг
- устойчивое горение дуги
- 🕏 легкий повторный поджиг
- сварка во всех пространственных положениях!!!
- идеальный шов
- легкое отделение шлака
- высокий коэффициент наплавки
- надежное сварное соединение!!!

ВАШ ЛУЧШИЙ выбор!

Наименование

ФЛЮС СВАРОЧНЫЙ АН-348А

Оптом и в розницу всегда на складе в Киеве от дистрибьютора (доставка заказчику), фасовка мешок 50 кг, полипропилен.



ДП «Экотехнология»

тел. (044) 200-80-42 м. (050) 311-34-41

<i>II.0400.</i>	Проволока	порошковая

🔳 II.0410. Для сварки	углеродистых и	і легированных сталей
-----------------------	----------------	-----------------------

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	ΚГ	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ПП-АН1 Ø 2,8 мм, ППР - ЭК1 (для подводной сварки)	ΚΓ	договорная	(044) 200-8088, 200-8056	Экотехнология ДП 000

🚃 II.0420. Для наплавки

ПП-Нп-30ХГСА	ΚΓ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0430. Для резки

	ППР - 3К4	KΓ	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
--	-----------	----	------------	--------------------------	----------------------

■ II.0500. Флюсы плавленые и керамические

🚃 II.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей

AH-47, AH-348A, AH-26 договорная (044) 200-8056, 248-7336 Экотехнология ДП 000

III. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ

III.0100. Инертные газы (аргон, гелий)

🔳 III.0200. Активные газы (кислород, углекислый газ, водород, азот)

Кисл	ород, углекислота, азот	балл.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000

III.0300. Газовые смеси

Аргон, азот, ацетилен, спец.свар. смеси балл. договорная (044) 200-8056, 200-8051 Экотехнология ДП 000

IV. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ

IV.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие

Маски сварщика в ассорт., АСФ маска («Speedglass»), щитки свар. и очки				
защитные в ассорт., шлем пескоструйщика «Кивер», дробеструйщика	ШТ.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000

IV.0200. Специальная одежда и обувь

58

Щитки защитные НБТ, костюм, перчатки, краги и рукавицы сварщика,				
обувь раб. в ассорт.	ШТ.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
IV.0300. Спедства индивидуальной защиты				

Фильтры сменные, респираторные маски (с клапаном, без клапана) и полумаски договорная (044) 200-8056, 200-8051 Экотехнология ДП 000

V. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

V.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля

Термоиндикаторные карандаши на 50-1200 °C «LA-CO» (США)	ШТ.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
Любые приборы контроля и диагностики под заказ	шт.	договорная	(044) 248-7336, 200-8056	Экотехнология ДП 000

VI. УСЛУГИ

VI.0100. Услуги

Разработка и внедрение технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна договорная (044) 287-2716, 200-8056 Экотехнология ДП 000



Алфавитный указатель компаний-участников журнала «Сварщик»

Komilalinin'y laotilini	ков журпала «оварщик»
А мити 000	т. (0512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Б инцель Украина ГмбХ ПИИ 000	т./ф. (044) 290 90 89, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
В елдотерм-Україна ТОВ	т./ф. (03472) 60 330, weldotherm@ukr.net
Велтек ТМ 000	т./ф. (044) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09, 200 87 27
Витаполис 000	т./ф. (044) 401 64 06, м. (096) 003 03 03, (096) 462 97 03
Джейсик Украина 000	т. (044) 200 16 55, м. (067) 486 96 37
Запорожстеклофлюс ЧАО	т./ф. (061) 239 70 61, 239 70 70, 239 70 77
И нтерхим-БТВ 000	т. (044) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62
Линде Газ Украина ЧАО	т./ф. (0562) 35 12 25, 35 12 28, (056) 790 03 33, (0 800) 30 51 51
МВЦ 000	т. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
М игатехиндустрия 000	т. (044) 360 25 21, 500 58 59
Н АВКО – ТЕХ НПФ 000	т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53
Промавтосварка НТЦ ЧП	т./ф. (0629) 37 97 31, (044) 222 90 26, м. (067) 627 41 51, (066) 177 86 97
Рентстор 000	т. (044) 383 18 12, м. (095) 899 18 22
Саммит 000	т./ф. (056) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24
Термакат Украина Гмбх 000	т./ф. (044) 403 16 99, м. (050) 336 33 91
Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона ООС	Dт. (044) 287 27 16, 200 80 42
Фрониус Украина 000	т. (044) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44
	т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

Подписка-2019 на журнал «Сварщик» подписной индекс 22405. Подписку на журнал можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
днепр ЗАО «Блиц-Информ»		(056) 370-10-50
	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
Киев	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
KNEB	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Кропивницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
JIBBOB	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Николаев	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Тиколась	OOO «Hoy Xay»	(0512) 47-20-03
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
Черкассы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги
В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко.
Кислородная резка и внепечной нагрев
в тяжелом машиностроении. 2017. — 368 с 120
В.И. Лакомский, М.А. Фридман.
Плазменно-дуговая сварка углеродных
материалов с металлами. 2004.— 196 с70
А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка
и смежные технологии. Издание 2-е,
переработанное и дополненное. 2004.— 260 с70 О.С. Осика та ін. Англо-український та українсько-
О. С. Осика та ін. Англо-український та українсько-
англійський словник зварювальної термінології.
2005.—256 c70
В. М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів:
Навчальний посібник. 2005.— 196 с70
В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка.
2005.—208 c70
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка.
Материалы. Оборудование. Технология.
2006.— 368 c
А.Я. Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в совре-
менных сварных конструкциях. 2006.— 112 с70
П.М. Корольков. Термическая обработка сварных
соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с 70
А. Е. Анохов, П. М. Корольков. Сварка и термическая
обработка в энергетике. 2006. — 320 с70
Г.И. Лащенко. Способы дуговой сварки стали
плавящимся электродом. 2006. — 384 с70
А. А. Кайдалов. Современные технологии
A.A. Nanganob. Cobponicinible realionerini
термической и дистанционной резки
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев.
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.—456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.—292 с70
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.—456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.—292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.—456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.—292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.—192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.—168 с70
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.—456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.—292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.—192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.—168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.—248 с70
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.—456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.—292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.—192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.—168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.—248 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с70 З.А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с120 В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009.— 400 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с70 З.А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с120 В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009.— 400 с100 В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 — 194 с
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с70 З.А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с120 В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009.— 400 с100 В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 — 194 с70 **Г. И.Лащенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с80 * Цены на книги указаны без учета стоимости доставки ** Продается только в электронной версии.
термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с70 П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с70 А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с70 Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с70 Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с70 З.А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с120 В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009.— 400 с100 В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 — 194 с

Подписка-2019
на журнал «Сварщик»
в каталоге «Укрпочта»
Подписной индекс
22405

Сервисная карточка читателя

Без заполненного формуляра недействительна

Для получения дополнительной информации

о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: 03150, Киев-150, а/я 337, «Сварщик».

1796	1797	1798	1799	1800	1801	1802
1803	1804	1805	1806	1807	1808	1809
1810	1811	1812	1813	1814	1815	1816
1817	1818	1819	1820	1821	1822	1823
1824	1825	1826	1827	1828	1829	1830
1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837
1838	1839	1840	1841	1842	1843	1844

ами	Ф. И. О
печатными буквам	Должность
Заполняется г	«»2019 г.

Формуляр читателя

Ф. И. О	
Должность	
	приятия
Выпускаемая продукция	/ оказываемые услуги
Руководитель предприят	ия (Ф. И. О.)
Тел	Факс
Отдел маркетинга / рекла	амы (Ф. И. О.)
Тел	Факс
Отдел сбыта / снабжения	(Ф. И. О.)
Тел	Факс

Тарифы на рекламу в 2019 г. На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Грн.*		
1 полоса	210×295	5000		
1/2 полосы	180×125	2600		
1/4 полосы	88×125	1300		
На страницах основной обложки				
Страница	Размер, мм	Грн.*		
1 (первая)	215×175	12000		
8 (последняя)	210×295 (после обрезки	8000		
2и7	205×285)	7000		

На страницах внутренней обложки				
Стр. (площадь) Размер, мм Г				
3-4 (1 полоса)	210×295	6000		
5-6 (1 полоса)	210×295	5500		
5-6 (1/2 полосы)	180×125	2800		

Визитка или микромодульная реклама			
Площадь	Размер, мм	Грн.*	
1/16	90×26	360	

^{* (}все цены в грн. с НДС):

Рекламно-техническая статья: 1 полоса (стр.) — 2100 грн.

Блочная ч-б реклама и строчные позиции на страницах рекламно-информационного приложения «Все для сварки. Торговый ряд»

Часть площади стр.	Размер, мм (гор. или верт.)	Цена, грн. с НДС
1/2	180×125	700
1/3	180×80 или 88×160	600
1/4	180×60 или 88×120	500
1/6	180×40 или 88×80	400
1/8	180×30 или 88×60	300
1/16	180×15 или 88×30	200

Строчные ч-б позиции

Кол-во позиций	Обычные позиции, грн.	Выделенные позиции, грн.
10	400	500
15	600	750
20	800	1000

Прогрессивная система скидок

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»: формат издания после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 15 мм.

Файлы принимаются в форматах: PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PNG, WMF PSD, EPS, CDR с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветовая модель СМҮК, текст в кривых, если нет шрифтов.

Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 2 — до 15.03)

Зам. гл. ред., рук. ред., В.Г. Абрамишвили, к.ф.-м.н.: тел./факс: (044) 200-80-14, м. (050) 413-98-86, (095) 146-06-91 e-mail: welder.kiev@gmail.com

Ред., зам. рук. ред., О.А. Трофимец:

тел.: (044) 200-80-18

e-mail: trofimets.welder@gmail.com

www.welder.stc-paton.com