

СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ **1** 2018
январь-февраль

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

ДИЗЕЛЬНЫЕ СВАРОЧНЫЕ АГРЕГАТЫ

Японская
надежность
на службе у Вас!

- ✓ Нефтегазовый комплекс
- ✓ Инфраструктурное строительство
- ✓ Коммунальное хозяйство
- ✓ Горнодобывающая промышленность
- ✓ Порты и судоверфи

 **Denyo**[®]
since 1948



DLW-400LSW



DCW-480ESW
Evo III Limited Edition

- Мощный сварочный ток 2x280А + Генератор 15кВа
- Долговечные и экономичные двигатели Kubota
- Самая низкая стоимость владения на рынке
- Стабильная сварка на расстоянии 50м
- 100% японская сборка
- Компактные размеры





1 (119) 2018

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

Журнал награжден Почетной
грамотой и Памятным знаком
Кабинета Министров Украины

СВАРЩИК^{НТК}

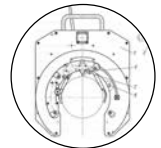
Производственно-технический журнал

№ 1 2018
январь-февраль

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Поздравляем!	4
Дефекты в наплавленном металле Дефекты в наплавленном металле, их происхождение и меры борьбы с ними. Несплавления, непровары, отклонения формы и размеров, и другие дефекты. <i>И. А. Рябцев, И. И. Рябцев, А. А. Бабинец, Э. В. Турык</i>	6
Технологии ремонтной сварки Оценка технологической наследственности металла массивных конструкций перед их ремонтной сваркой. <i>В. И. Панов</i>	9
Технологии и оборудование Автоматизация сварки неповоротных стыков трубопроводов. <i>Н. М. Махлин, Н. С. Федоренко, В. Ю. Буряк, В. Е. Водолазский, В. Е. Попов, Д. С. Олияненко, А. Е. Коротынский, М. И. Скопюк</i>	12
Моделирование электромагнитных и тепловых процессов в системах индукционной термической обработки сварных соединений высокопрочных труб. <i>А. А. Письменный, К. А. Письменный</i>	22
Контактная конденсаторная сварка Особенности контактной конденсаторной сварки разнородных металлов в приборостроении. <i>В. И. Вайнштейн, Н. Я. Смирнов, П. Д. Федоров</i>	28
Новинки сварочного оборудования Сварочные агрегаты DENYO: практика применения и реальные преимущества.	33
Лазерно-гибридная сварка компании Fronius сочетает преимущества лазерной сварки и сварки MIG/MAG.	36
Наши консультации	41
ОСУ – 25 лет Обществу сварщиков Украины — 25 лет!	44
Выставки и конференции XVI Международный промышленный форум.	46
Подготовка кадров МУАЦ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. Программа профессиональной подготовки на 2018 г.	48
Вклад ИЭС им. Е. О. Патона в научно-технический прогресс. К 100-летию НАНУ Сооружение сложных пространственных конструкций — прорывные решения Института электросварки им. Е. О. Патона. <i>А. Н. Корниенко</i>	51
Все для сварки. Торговый Ряд	54



Вітаємо!	4
Дефекти в наплавленому металі	
● Дефекти в наплавленому металі, їх походження та заходи боротьби з ними. Несплавлення, непровари, відхилення форми і розмірів, та інші дефекти. <i>І.А. Рябцев, І.І. Рябцев, А.А. Бабінець, Е.В. Турик</i> . . .	6
Технології ремонтного зварювання	
● Оцінювання технологічної спадковості металу масивних конструкцій перед їх ремонтним зварюванням. <i>В.І. Панов</i>	9
Технології та обладнання	
● Автоматизація зварювання неповоротних стиків трубопроводів. <i>Н.М. Махлін, Н.С. Федоренко, В.Ю. Буряк, В.Є. Водолазський, В.Є. Попов, Д.С. Оліяненко, А.Є. Коротинський, М.І. Скопюк</i>	12
● Моделювання електромагнітних та теплових процесів в системах індукційного термічного оброблення зварних з'єднань високоміцних труб. <i>О.О. Письменний, К.О. Письменний</i>	22
Контактне конденсаторне зварювання	
● Особливості контактного конденсаторного зварювання різнорідних металів у приладобудуванні. <i>В.І. Вайнштейн, Н.Я. Смірнов, П.Д. Федоров</i>	28
Новинки зварювального устаткування	
● Зварювальні агрегати DENYO: практика застосування та реальні переваги.	33
● Лазерно-гібридне зварювання компанії Fronius поєднує переваги лазерного зварювання та зварювання MIG/MAG.	36
Наші консультації	41
ТЗУ – 25 років	
● Товариству зварників України – 25 років!	44
Виставки та конференції	
● XVI Міжнародний промисловий форум.	46
Підготовка кадрів	
● МУАЦ ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ. Програма професійної підготовки на 2018 р.	48
Вклад ІЕЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес. До 100-річчя НАНУ	
● Спорудження складних просторових конструкцій – проривні рішення Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона. <i>А.М. Корнієнко</i>	51
Все для сварки. Торговий Ряд	54
CONTENT _____	
Congratulations!	4
Defects in the weld metal	
● Defects in the weld metal, their origin and measures to combat them. Non-melting, not welded, deviation of shape and size, and other defects. <i>I.A. Ryabtsev, I.I. Ryabtsev, A.A. Babinets, E.V. Turyk</i>	6
Technologies of repair welding	
● Evaluation of the technological strain of metal of massive structures before their repair welding. <i>V.I. Panov</i>	9
Technologies and equipment	
● Automation of welding of non-rotating joints of pipelines. <i>N.M. Makhlin, N.S. Fedorenko, V.Yu. Buryak, V.E. Vodolazskiy, V.E. Popov, D.S. Oliyanenko, A.E. Korotyynskiy, M.I. Skopyuk</i>	12
● Modeling of electromagnetic and thermal processes in systems of induction heat treatment of welded joints of high-strength pipes. <i>A.A. Pis'mennyi, K.A. Pis'mennyi</i>	22
Contact condenser welding	
● Features of contact condenser welding of dissimilar metals in instrument engineering. <i>V.I. Vainstein, N.Ya. Smirnov, P.D. Fedorov</i> . . .	28
New welding equipment	
● Welding machines DENYO: application practice and real advantages.	33
● Laser hybrid welding from Fronius combines advantages laser welding and welding MIG / MAG.	36
Our consultations	41
WSU - 25 years	
● Welding Society of Ukraine - 25 years!	44
Exhibitions and conferences	
● XVI International Industrial Forum.	46
Personnel training	
● MUAC of the E.O. Paton EWI of NASU. Training program for 2018.	48
Contribution of the E.O. Paton EWI in scientific and technological progress. To 100-th anniversary of NASU	
● Construction of complex spatial structures - breakthrough solutions of the E.O. Paton Electric Welding Institute. <i>A.N. Kornienko</i>	51
All for welding. Trading row	54

СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ 1 2018

январь - февраль

Патоновская марка



ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

Свидетельство о регистрации
КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, Общество с ограниченной ответственностью «Технопарк ИЭС им. Е. О. Патона»

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

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



Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора

В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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

Редактор

О. А. Трофимец

Верстка

А. В. Рябов

Адрес редакции

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

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

URL

<http://www.welder.stc-paton.com/>

Представительство в Беларуси

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

Представительство в России

Москва, ООО «Специальные сварочные технологии»
В. В. Сипко
+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 12.02.2018. Формат 60x84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 25358 от 09.02.2018. 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-2018
на журнал «Сварщик»
в каталоге «Укрпочта»
Подписной индекс
22405

Дефекты в наплавленном металле, их происхождение и меры борьбы с ними. Несплавления, непровары, отклонения формы и размеров, и другие дефекты.

И. А. Рябцев, И. И. Рябцев, А. А. Бабинец, Э. В. Турык

Описаны причины образования и методы борьбы с несплавлениями, непроварами, отклонениями формы и размеров наплавленных валиков и других дефектов, характерных для наплавки. Проведенный обзор разных групп дефектов наплавленных слоев, причин их образования и мер, предотвращающих их образование, подтвердил возможность классификации этих дефектов в соответствии с международным стандартом ISO 6520-1:2007 и его аналогом ГОСТ Р ИСО 6520-1:2012.

Оценка технологической наследственности металла массивных конструкций перед их ремонтной сваркой.

В. И. Панов

Приведены результаты и выработаны рекомендации выполнения ремонтной сварки с учетом предыстории технологической наследственности металла массивной конструкции для каждого конкретного случая. Это позволяет управлять процессом ремонтной сварки и находить оптимальные пути выполнения, обеспечивая, тем самым, длительную работоспособность восстановленной массивной металлоконструкции.

Автоматизация сварки неповоротных стыков трубопроводов.

Н. М. Махлин, Н. С. Федоренко, В. Ю. Буряк, В. Е. Водолазский, В. Е. Попов, Д. С. Олияненко, А. Е. Коротинский, М. И. Сколюк

Представлены результаты работ ИЭС им. Е. О. Патона и НИЦ СКАЭ по созданию и модернизации разработанных впервые в Украине технологий и оборудования для автоматической многопроходной орбитальной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (GTAW) неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм из сталей аустенитного, перлитного и мартенситного классов, высоколегированных сплавов, цветных металлов. Показаны преимущества GTAW для получения соединений деталей трубопроводов в сравнении с широко применяемыми технологиями ручной сварки. Рассмотрены особенности работы разработанного отечественного оборудования для GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм и перспективы совершенствования этого оборудования.

Моделирование электромагнитных и тепловых процессов в системах индукционной термической обработки сварных соединений высокопрочных труб.

А. А. Письменный, К. А. Письменный

Показано, что для обеспечения нормативных показателей по ударной вязкости для соединений труб из высокопрочных сталей применяется послесварочная местная ускоренная термическая обработка сварного шва и околошовной зоны, осуществляемая методом индукционного нагрева. Установлено, что реализация численного метода конечных элементов для моделирования тепловых полей при индукционном нагреве позволяет проектировать индукционные системы, обеспечивающие локализованный подвод тепловой мощности к объекту и минимизацию термовлияний, приводящих к разупрочнению металла вне обрабатываемой зоны. Установлено, что практические результаты измерений температурных полей при индукционной термообработке сварных швов стыковых соединений труб подтверждает адекватность создаваемых моделей реальным условиям.

Особенности контактной конденсаторной сварки разнородных металлов в приборостроении.

В. И. Вайнштейн, Н. Я. Смирнов, П. Д. Федоров

Проведен обзор проблем при контактной сварке деталей малых толщин из разнородных металлов и сплавов. Приведены достоинства униполярного импульса для контактной сварки в приборостроении, анализ конденсаторных и инверторных машин для контактной микросварки. Указана целесообразность использования оборудования с возможностью оперативной смены полярности сварочного импульса. Рассмотрены требования к проектированию оснастки. Подчеркнута необходимость учета эффекта Пельтье при сварке разнородных материалов. Приведена таблица свариваемости материалов, используемых в приборостроении.

Дефекты в наплавленном металле, их происхождения та заходи боротьби з ними. Несплавлення, непровари, відхилення форми і розмірів, та інші дефекти.

І. А. Рябцев, І. І. Рябцев, А. А. Бабінець, Е. В. Турик

Описано причини утворення та заходи боротьби з несплавленнями, непроварами, відхиленнями форми і розмірів наплавлених валиків та інших дефектів, що характерні для наплавлення. Проведений огляд різних груп дефектів наплавлених шарів, причин їх утворення та мір, що запобігають їх утворенню, підтвердив можливість класифікації цих дефектів у відповідності до міжнародного стандарту ISO 6520-1:2007 та його аналогу ГОСТ Р ИСО 6520-1:2012.

Оцінювання технологічної спадковості металу масивних конструкцій перед їх ремонтним зварюванням.

В. І. Панов

Приведено результати та вироблено рекомендації виконання ремонтного зварювання з врахуванням передісторії технологічної спадковості металу масивної конструкції для кожного конкретного випадку. Це дозволяє керувати процесом ремонтного зварювання та знаходити оптимальні шляхи виконання, забезпечуючи, тим самим, тривалу працездатність відновленої масивної металлоконструкції.

Автоматизація зварювання неповоротних стиків трубопроводів.

Н. М. Махлін, Н. С. Федоренко, В. Ю. Буряк, В. Е. Водолазський, В. Е. Попов, Д. С. Оліяненко, А. Е. Коротинський, М. І. Сколюк

Представлено результати робіт ІЕЗ ім. Е. О. Патона та НИЦ ЗКАЕ із утворення та модернізації розроблених уперше в Україні технологій та обладнання для автоматичного багатопрохідного орбітального зварювання неплавким електродом в середовищі інертних газів (GTAW) неповоротних стиків трубопроводів діаметром від 76 до 219 мм з товщиною стінки до 12 мм із сталей аустенітного, перлітного та мартенситного класів, високолегованих сплавів, кольорових металів. Показано переваги GTAW для отримання з'єднань деталей трубопроводів в порівнянні з широко застосованими технологіями ручного зварювання. Розглянуто особливості роботи розробленого вітчизняного обладнання для GTAW неповоротних стиків трубопроводів діаметром від 76 до 219 мм з товщиною стінки до 12 мм та перспективи вдосконалення цього обладнання.

Модельювання електромагнітних та теплових процесів в системах індукційного термічного оброблення зварних з'єднань високоміцних труб.

О. О. Письменный, К. О. Письменный

Показано, що для забезпечення нормативних показників з ударної в'язкості для з'єднань труб із високоміцних сталей застосовується післязварна місцева пришвидшена термічна обробка зварного шву та навколошовної зони, здійснювана методом індукційного нагріву. Встановлено, що реалізація чисельного методу кінцевих елементів для моделювання теплових полів при індукційному нагріві дозволяє проектувати індукційні системи, що забезпечують локалізоване підведення теплової потужності до об'єкту та мінімізацію тепловпливів, які призводять до розміцнення металу поза зони, що обробляється. Встановлено, що практичні результати вимірювань температурних полів при індукційній термообробці зварних швів стикових з'єднань труб підтверджує адекватність моделей, що створюються, реальним умовам.

Особливості контактного конденсаторного зварювання різнорідних металів у приладобудуванні.

В. І. Вайнштейн, Н. Я. Смирнов, П. Д. Федоров

Проведено огляд проблем при контактному зварюванні деталей малих товщин із різнорідних металів та сплавів. Приведено достоїнства униполярного імпульсу для контактної зварювання у приладобудуванні, аналіз конденсаторних та інверторних машин для контактної микрозварювання. Вказано доцільність використання обладнання з можливістю оперативної зміни полярності зварювального імпульсу. Розглянуто вимоги до проектування оснастки. Підкреслено необхідність обліку ефекту Пельтьє при зварюванні різнорідних матеріалів. Приведено таблицю зварюваності матеріалів, що використовуються у приладобудуванні.

Валерию Дмитриевичу Познякову — 60 лет!



19 февраля 2018 г. исполнилось 60 лет В. Д. Познякову, доктору технических наук, член-корреспонденту НАН Украины, лауреату Государственной премии Украины, известному ученому в области материаловедения и сварки высокопрочных легированных сталей.

С 1975 г. жизнь В. Д. Познякова неразрывно связана с Институтом электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, в котором он прошел путь от лаборанта до заведующего отделом «Сварки легированных сталей». В 2003 г. получил квалификацию международный инженер сварщик (International Welding Engineer). В 2017 г. В. Д. Познякова избрали на должность заместителя директора НТК ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ.

Научная деятельность В. Д. Познякова направлена на изучение и разработку технологических основ сварки легированных высокопрочных сталей $\sigma_{0,2} \geq 600$ МПа, сварочных материалов предназначенных для ручной и механизированной сварки, а также исследование сопротивления замедленному разрушению и эксплуатационной прочности сварных соединений, которые работают в сложно нагруженных условиях, в т.ч. при низких температурах.



Вручение Государственной премии (2016 г.)

Под его руководством и при непосредственном участии разработаны ремонтно-сварочные технологии, благодаря которым, стал возможен ремонт уникальных металлоконструкций технологического оборудования длительного срока эксплуатации в машиностроении, горно-металлургическом комплексе, а также изготовление вагонов нового поколения для железнодорожного транспорта и строительство уникальных спортивных сооружений.

Особое внимание в последние годы В. Д. Позняков уделяет вопросам свариваемости современных броневых сталей, разработке энергосберегающих технологий для изготовления и ремонта легкобронированной техники.

Он является главным редактором журнала «Сварщик» и членом редколлегии журнала «Автоматическая сварка», председателем ГЭК в ТУ «Киевский политехнический институт».

В. Д. Позняков внес и продолжает вносить большой вклад в развитие научно-технического сотрудничества с организациями и предприятиями Казахстана, Китайской Народной Республики, Польши, Туркмении, Узбекистана и Украины, регулярно выступает с докладами на престижных форумах, возглавляет ряд международных проектов.

В. Д. Позняков — автор более 150 научных работ, среди которых 7 патентов.

За научно-технические достижения в создании новейших образцов легкобронированной техники в 2016 г. ему присуждена Государственная премия Украины в области науки и техники.

*Коллектив ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ,
НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ,
совет Общества сварщиков Украины,
редакция и редколлегия журнала «Сварщик»
от всей души поздравляют
В. Д. Познякова с юбилеем,
желают юбиляру крепкого здоровья, счастья,
долгих лет плодотворной и успешной работы,
творческих успехов
и новых научных достижений!*

Владимиру Григорьевичу Фартушному — 80!



Сердечно поздравляем президента Общества сварщиков Украины, известного специалиста в области сварочного производства, кандидата технических наук, академика Украинской академии наук Владимира Григорьевича Фартушного со славным юбилеем.

3 февраля 2018 г. исполнилось 80 лет В.Г. Фартушному. Научная, инженерная и организаторская деятельность В.Г. Фартушного тесно связана с Институтом электросварки им. Е.О. Патона, где он успешно и плодотворно трудился на протяжении 25 лет, и Всесоюзным проектно-конструкторским институтом сварочного производства (с 1992 г. — УкрИСП), который он возглавлял с 1980 по 2004 г. В.Г. Фартушный развил научные основы сварки высоколегированных коррозионно-стойких сталей, внес весомый вклад в разработку новых технологий и сварочных материалов применительно к актуальным задачам современного химического машиностроения. Он принимал также активное участие в создании и испытании установки

«Вулкан», на ней в 1969 г. впервые в мире была осуществлена сварка в космическом пространстве. Прошел подготовку в группе космонавтов-испытателей в качестве бортинженера космического корабля «Союз».

С 1995 г. В.Г. Фартушный является президентом Общества сварщиков Украины и на этом посту много сил и энергии отдает становлению и развитию Общества.

Ваш опыт жизненный богатый не ослабел и не угас, И мы сегодня с этой датой сердечно поздравляем Вас. Летят года, но не беда, о том не стоит волноваться, Не зря Вахтанг поет всегда: Мои года — мое богатство.

Желаем Вам, дорогой Владимир Григорьевич, доброго здоровья, бодрости и дальнейшей плодотворной деятельности!

Совет Общества сварщиков Украины, коллектив ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ, НТК «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ, редакция и редколлегия журнала «Сварщик» от души поздравляют В.Г. Фартушного с юбилеем!

Александр Николаевичу Корниенко — 80!



5 февраля 2018 г. исполнилось 80 лет А.Н. Корниенко, канд.техн. наук, докт. исторических наук, ведущему научному сотруднику ИЭС им. Е.О. Патона. После окончания в 1961 г. КПИ по специальности «Оборудование и технология сварочного производства» он работал научным сотрудником лаборатории магнитного управления на кафедре сварочного производства КПИ.

С 1963 г. работает в ИЭС им. Е.О. Патона: сначала в отделе новых физико-химических способов сварки, где в 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в период с 1981 по 1986 гг. был заведующим отделом научно-технической информации института. С 1987 по 1998 гг. он руководил лабораторией историко-ретроспективного анализа. С 1999 г. — ведущий научный сотрудник лаборатории магнитной гидродинамики.

С 1963 г. работает в ИЭС им. Е.О. Патона: сначала в отделе новых физико-химических способов сварки, где в 1970 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в период с 1981 по 1986 гг. был заведующим отделом научно-технической информации института. С 1987 по 1998 гг. он руководил лабораторией историко-ретроспективного анализа. С 1999 г. — ведущий научный сотрудник лаборатории магнитной гидродинамики.

Научная и инженерная деятельность А.Н. Корниенко связана с исследованиями в области физики дуги, процессов плазменной сварки и создания плазмотронов. Принимал участие в разработке технологии плазменно-дуговой сварки алюминиевых сплавов, которая успешно внедрена в судостроении, электроэнергетике.

Следует отметить его большой вклад в изучение и систематизацию материалов по истории сварки, в т.ч. и роли ИЭС им. Е.О. Патона в решении сложных научных и производственных задач промышленного освоения принципиально новых технологий сварки и родственных процессов.

В 2009 г. А.Н. Корниенко защитил докторскую диссертацию по теме «Становление и развитие сварочного производства в Украине в мировом контексте».

По его инициативе и при непосредственном участии созданы музеи изобретателям дуговой электросварки Н.Н. Бенардосу (Переяслав, Киевской обл. и пос. Лух, Ивановской обл.) и Н.Г. Славянову (Пермь), а также учреждены международные «Бенардосовские» и «Славяновские» научные чтения.

Награжден Почетным знаком Общества сварщиков Украины «За личный вклад в развитие сварочного производства».

От всей души поздравляем Александра Николаевича с юбилеем, желаем здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

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

Дефекты в наплавленном металле, их происхождение и меры борьбы с ними. Несплавления, непровары, отклонения формы и размеров, и другие дефекты

И. А. Рябцев, д.т.н., И. И. Рябцев, к.т.н., А. А. Бабинец, к.т.н., «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ (Киев), Э. В. Турык, д.т.н., Instytut Spawalnictwa (Гливице, Польша)

В статье описаны причины образования и методы борьбы с несплавлениями, непроварами, отклонениями формы и размеров наплавленных валиков и других дефектов, характерных для наплавки. Как и в предыдущих публикациях [1, 2], эти дефекты классифицированы в соответствии с международным стандартом ISO 6520–1:2007 [3] и его аналогом ГОСТ Р ИСО 6520–1:2012 [4].

Несплавления и непровары (*Lack of fusion and penetration, индексы 400–402*). Несплавления (*lack of fusion, индекс 401*) это отсутствие соединения между основным и наплавленным металлами или между отдельными слоями (валиками) (рис. 1, а, б) [3, 4].

Из-за своей формы, чаще всего плоской, несплавления могут выступать в качестве концентраторов напряжений, существенно снижая усталостную долговечность наплавленных деталей [5]. Примеры межслойных (4011) и межваликовых (4012) несплавлений, образующихся при механизированной наплавке методом MAG внутренней поверхности неповоротной трубы, приведены на рис. 2. Основной причиной появления этих дефектов являются нарушения технологии наплавки.

Межслойные несплавления (4011) могут появляться при нарушении режимов и других способов наплавки. Например, при плазменно-порошковой (рис. 3, а) и лазерно-порошковой (рис. 3, б) наплавке.

Непровар (*lack of penetration, индекс 402*) по стандартам [3, 4] — это разница между фактической и номинальной глубиной проплавления, чаще всего этот дефект наблюдается в корне сварных швов (рис. 4, а-в). Следует отметить, что при наплавке эти дефекты встречаются достаточно редко.

Отклонение формы и размеров (*Imperfect shape, индексы 500–521*). Это наиболее многочисленная группа дефектов, в которую входят подрезы (*undercut, индекс 501*), превышение проплавления (*excessive penetration, индекс 504*), неправиль-

ный профиль сварного шва (*incorrect weld profile, индекс 505*), натеки (*overlap, индекс 506*), линейные смещения (*linear misalignment, индекс 507*), прожоги (*burn-through, индекс 510*), незаполненные разделки кромок (*incompletely filled groove, индекс 511*), неравномерная ширина шва (*irregular width weld, индекс 513*), неровная поверхность шва (*irregular surface weld, индекс 514*), плохое повторное возбуждение дуги (*poor restart, индекс 517*), коробление (*excessive distortion, индекс 520*), неправильные размеры сварного шва (наплавленного валика) (*imperfect weld dimensions, индекс 521*) [3, 4].

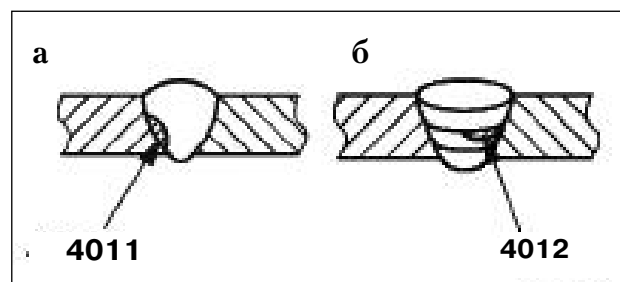


Рис. 1. Несплавление по расплавляемой поверхности основного металла (а, индекс 4011) и между отдельными слоями (валиками) (б, индекс 4012) [3, 4]

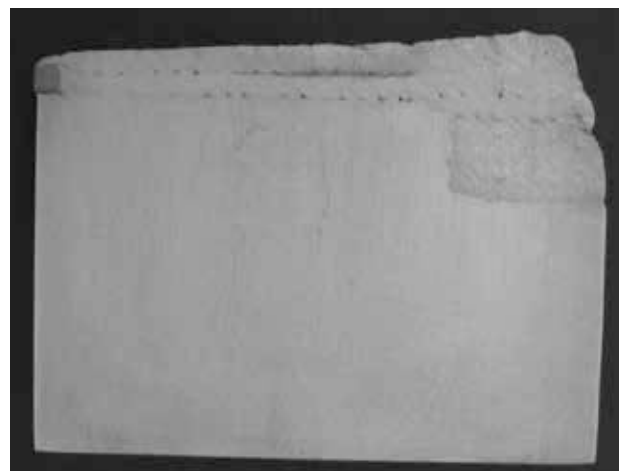


Рис. 2. Межслойные (4011) и межваликовые (4012) несплавления при наплавке методом MAG неповоротной внутренней поверхности трубы Ø 170 мм

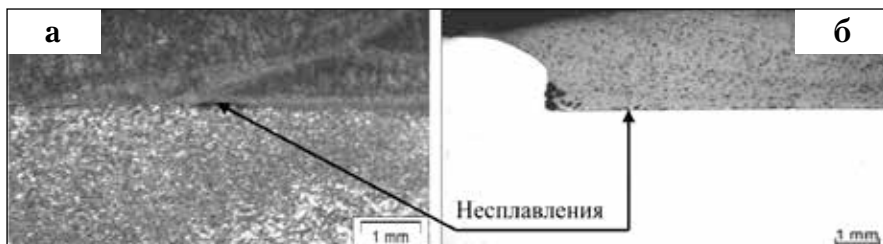


Рис. 3. Несплавления на границе соединения основного и наплавленного металлов (4011) при плазменно-порошковой (а) и лазерно-порошковой наплавке (б) [6]

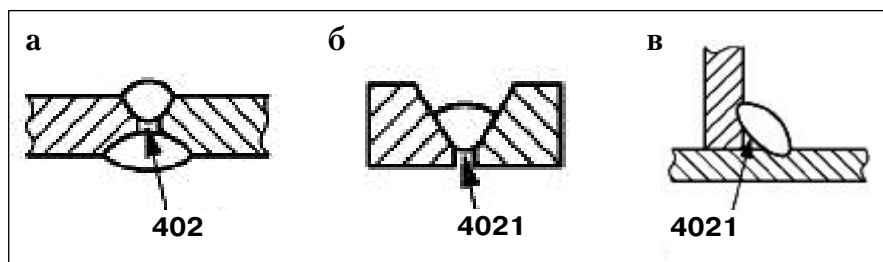


Рис. 4. Непровар при двухсторонней сварке (а, индекс 402) и непровар корня шва при сварке встык (б, индекс 4021) и в угол (в, индекс 4021) [3, 4]

Для наплавки наиболее характерными из них являются:

- подрез — углубление по границе валика в основном металле или в предыдущем наплавленном валике (501);
- превышение проплавления (504) и прожоги (510), которые могут появляться при наплавке тонкостенных деталей в случае нарушения технологии наплавки;
- неравномерность усиления наплавленного

или низкой квалификации наплавщика (521).

При наплавке плоских или цилиндрических поверхностей большой площади достаточно часто встречается дефект — неравномерность усиления наплавленного валика по длине или недостаточное перекрытие валиков по ширине наплавленного слоя (514). После механической обработки это приводит к появлению на поверхности наплавленного слоя канавок различной глубины и протяженности (рис. 5, а, б; рис. 6, а, б).

валика по длине или недостаточное перекрытие валиков по ширине наплавленного слоя, связанные с нарушением технологии наплавки (514);

- плохое повторное возбуждение дуги — местная неровность поверхности в месте возобновления сварки (наплавки) (517);
- коробление — отклонение размеров детали от заданных чертежом, возникшее от сварочных (наплавочных) деформаций (520);
- неправильные размеры наплавленного валика вследствие нарушения режима наплавки, магнитного дутья

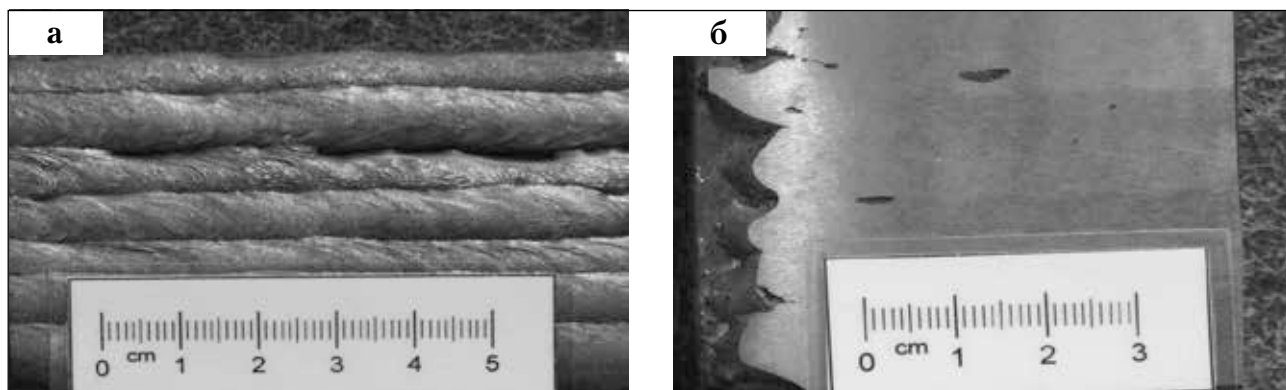


Рис. 5. Внешний вид наплавленной поверхности с неравномерным усилением наплавленных валиков и недостаточным перекрытием соседних валиков (514) после наплавки (а) и после механической обработки (б) [6]

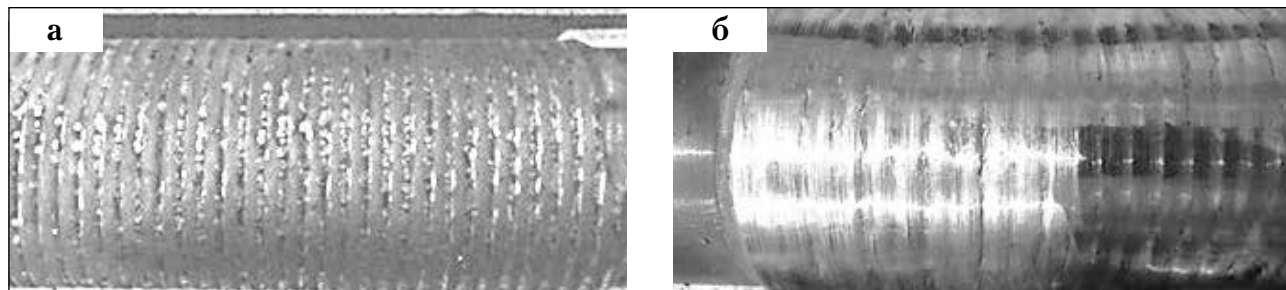


Рис. 6. Внешний вид наплавленной поверхности валика $\varnothing 70$ мм с неравномерным усилением наплавленных валиков и недостаточным перекрытием соседних валиков (514) после наплавки (а) и после механической обработки (б)



Рис. 7. Нарушение формы валика (521), наплавленного электрошлаковым методом двумя лентами шириной 120 мм, в зависимости от места подвода тока к изделию и влияния магнитного дутья: а – токоподвод с левой стороны от оси валика; б – токоподвод с правой стороны от оси валика; в – токоподвод по оси валика

Внешний вид валиков, наплавленных двумя нержавеющей лентами шириной 120 мм, представлен на *рис. 7*. В зависимости от места подвода тока меняется характер формирования наплавленных валиков. Если токоподвод осуществляется на значительном удалении от оси валика (*рис. 7, а, б*), то в результате проявления эффекта магнитного дутья формирование наплавленного валика ухудшается (дефект 521). При токоподводе по оси наплавленного валика обеспечивается хорошее формирование (*рис. 7, в*).

Прочие дефекты (*Miscellaneous imperfections, индексы 600–618*). К прочим относятся все дефекты, которые не упомянуты в группах 1–5 [3, 4]. Из них для наплавки наиболее существенными являются: ожог дугой (*arc strike, индекс 601*); брызги металла (*spatter, индекс 602*); цвета побежалости (*visible oxide film, индекс 610*); остатки шлака (*slag residue, индекс 615*):

601 – ожог дугой – местное повреждение поверхности основного металла, примыкающего к наплавленному слою, возникшее в результате случайного зажигания дуги;

602 – брызги металла – капли наплавленного металла, которые образуются во время наплавки открытой дугой или в защитных газах и привариваются к поверхности затвердевшего наплавленного слоя или околосшовной зоны основного металла; причинами повышенного разбрызгивания могут быть нарушения режимов наплавки, химический состав шихты наплавочной порошковой проволоки, применение устаревшего наплавочно-оборудования;

610 – цвета побежалости – тонкая окрашенная оксидная пленка на поверхности в зоне сварки (наплавки), например, при сварке нержавеющей стали, появление которой обусловлено нагревом при сварке (наплавке) и/или недостаточной защитой, например, при сварке (наплавке) титана;

615 – остаток шлака – шлак, не полностью удаленный с поверхности сварного шва или наплавленного металла; основная причина появления

этого дефекта – плохая отделимость шлаковой корки.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что проведенный в двух предыдущих [1, 2] и в этой публикации обзор разных групп дефектов наплавленных слоев, причин их образования и мер, предотвращающих их образование, подтвердил возможность классификации и характеристики этих дефектов по стандарту ISO 6520–1:2007 [3] и его аналогу ГОСТ Р ИСО 6520–1:2012: Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением [4].

Литература

1. Рябцев И. А., Рябцев И. И., Бабинцев А. А., Турык Э. В. Дефекты в наплавленном металле, их происхождение и меры борьбы с ними. Трещины // Сварщик. – 2017. – № 5. – С. 13–19.
2. Рябцев И. А., Рябцев И. И., Бабинцев А. А., Турык Э. В. Дефекты в наплавленном металле, их происхождение и меры борьбы с ними. Полости. Включения // Сварщик. – 2017. – № 6. – С. 14–18.
3. ISO 6520–1:2007: Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding.
4. ГОСТ Р ИСО 6520–1:2012: Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением.
5. Чухрый Я. Сопротивление усталости образцов из стали 34ХНМ наплавленных различными способами // Автомат. сварка. – 1988. – № 9. – С. 66–67.
6. DVS-Merkblatt DVS0945–2. Unregelmäßigkeiten geschweißter Beschichtungen. DVS Media GmbH.

Оценка технологической наследственности металла массивных конструкций перед их ремонтной сваркой

В. И. Панов, д-р техн. наук, ПАО «Уралмашзавод» (Екатеринбург)

Под термином «жизненного цикла конструкций» (ЖЦК), в т.ч. массивных, понимается совокупность процессов (техническое задание заказчика, маркетинговое исследование, проектирование, производство, монтаж, опытно-промышленная и промышленная эксплуатация), характерных для тяжело нагруженного оборудования. Важное место занимает ремонтная сварка, которая может выполняться на всех этапах ЖЦК.

В машиностроительном производстве изготовление металлоконструкций осуществляется на основе обработки заготовок в ходе технологических процессов металлургического, механического, сварочного и механосборочного производств. Каждый технологический передел имеет свои особенности, влияющие на свойства металлов и пр., их пороки (дефекты) могут появляться еще в металлургическом переделе и сохраняться вплоть до эксплуатации конструкции. В технической литературе это явление называют технологической наследственностью. Существует достаточно большое количество формулировок понятия «технологическая наследственность металла», но в общем случае, под технологической наследственностью понимается изменение свойств металла заготовок (деталей) под влиянием технологии их изготовления и условий эксплуатации.

«Эффект последствия» сформулировал великий математик В. Вольтера: состояние объекта определяется не только силами, которые действуют на него в данный момент времени, но и историей сил, имевших место в прошлом. Это означает, что состояние тела (для нашего случая — металла заготовки) в любой момент времени отличается от состояния в другой момент времени.

Специалистами в области проектирования, изготовления и эксплуатации металлических конструкций осознан факт влияния стадий жизненного цикла подобных изделий на состояние их металла как в процессе их изготовления, так и в период эксплуатации. Влияние технологической наследственности рассмотрено в теориях литейного дела,

обработки металлов давлением, в рамках механики разрушения, усталостной прочности, в теоретических основах машиностроения в целом и др. Изучение вопросов оценки технологической наследственности в настоящее время по-прежнему является одним из приоритетных направлений теории и практики оценки живучести конструкций различного назначения.

Многолетние и многократные исследования технологических процессов изготовления массивных конструкций, проведенные на «Уралмашзаводе» с учетом физических механизмов принципа технологической наследственности, позволили выявить факторы, влияющие на свойства готового изделия.

Целью настоящей работы являлось:

- исследование влияния единичных факторов на каждом из уровней, т.е. установление взаимосвязи технологической наследственности как функции жизненного цикла конструкции;
- выявление обобщающих факторов уровней;
- проведение общей систематизации элементов и уровней объектов, определяющих процессы проектирования, производства и эксплуатации конструкции, что позволило представить результаты исследований функциональных взаимосвязей технологической наследственности с этапами ЖЦК.

На этапе проектирования массивных конструкций выполняются проектные процедуры — формирование принципиального решения, разработка геометрических моделей и чертежей, расчеты и пр. Размеры массивных конструкций делают невозможным осуществлять сплошной контроль качества основного металла. В толстостенных изделиях (отливки, поковки, прокат) всегда имеются флуктуации распределения химических элементов, механических свойств и местного напряженно-деформированного состояния, которые носят случайный и детерминированный характер. Для того чтобы оценить отрицательное влияние технологической наследственности металла и определить возможность его последующего разрушения, необходимо

последовательно решить ряд задач. Среди них — оценка напряженно-деформированного состояния металла. Отсутствие информации по этим и другим трудно учитываемым факторам компенсируется введением так называемых коэффициентов запаса прочности, порою завышенных. Они играют двойную роль. С одной стороны, они обеспечивают дополнительный ресурс работы конструкции. Но с другой стороны они приводят к избыточности массы конструкции, увеличению толщины изделий и т.д., со всеми вытекающими последствиями.

Конструктор должен представлять основные технологические процессы производства металлоконструкций, именно он создает первоначальный уровень технологической наследственности.

Производство металлоконструкций занимает важнейшее место в формировании технологической наследственности металла, т.к. каждый технологический процесс изменяет уровень внутренней энергии системы, что может привести к реальному изменению характеристик металла конструкции и ее в целом. При изготовлении оборудования, его монтаже и эксплуатации может происходить отклонение формы и размеров конструктивных элементов от проектных значений.

Наконец на технологическую наследственность может оказать влияние человеческий фактор (ошибки конструктора и технолога, недостаточная квалификация рабочего и пр.).

На этапе подготовки производства восстановительных работ разрабатываются маршрутная и операционная технологии, технология контроля качества исполнения сварки. Для этой цели используется прикладное программное обеспечение (PLM-система), включающее в себя функции CAE/CAD/CAM.

Технологическое наследование свойств металла начинается с металлургического передела и проходит через весь процесс изготовления детали. На исследуемый принцип оказывают большое влияние значительное число факторов: исходное сырье (химический состав шихты, размер кусков лома и пр.), тип футеровки плавильного агрегата (кислая или основная), процессы ведения плавки, раскисления и др., регулирование температуры, удаление продуктов окисления, температура металла перед разливкой, способ разливки (струйный, сифонный и др.) и т.д.

На технологическую наследственность влияет и величина слитков, она сказывается на структуре металла, величине усадочной рыхлоты. При большой толщине стенок изложниц сложно выдержать химический состав металла, равномерность его

механических свойств. Они будут разные в зависимости от вида заготовок-поковки, проката.

Силы, возникающие при различных режимах лезвийной обработки (точение, фрезерование, шлифование, сверление) вызывает разный по величине уровень внутренних напряжений, которые могут самым неожиданным образом проявить себя в уже готовой машине. При механической обработке крупногабаритных массивных конструкций (например сварного корпуса гидравлической турбины) перераспределение внутренних напряжений при съеме металла приводит к значительному формоизменению детали, требующей дополнительной ремонтной сварки.

В процессе механической обработки массивной детали происходит наклеп поверхности, который, к тому же, может быть обусловлен неравномерным распределением накопленной деформации, неоднородностью химического состава и механических свойств. Деформационная анизотропия может понизить прочность металла детали.

На технологическую прочность массивной конструкции оказывают влияние неизбежные колебания режимов технологических операций, которые могут играть возмущающую роль в стохастической картине распределения локальных напряжений как в ходе изготовления оборудования, так и в ходе его эксплуатации. В частности, наследственную природу имеют технологические напряжения. В зависимости от воздействия технологического процесса на материал в разных частях крупногабаритной массивной заготовки возникают разные по величине и по знаку напряжения. В качестве примера можно привести конус засыпного аппарата доменной печи. В ходе механической обработки эта литосварная деталь, имеющая разнотолщинность рабочей поверхности, получает неравновесное состояние (часть поверхности остается необработанной), что приводит к ползучести металла и отрыву ребер жесткости от внутренней поверхности конуса.

При производстве конструкций рассматриваемого класса широко используются технологические операции, приводящие к пластической деформации материалов. К этим операциям в сварочном переделе относятся дробеструйная очистка проката, его правка, резка на гильотинных ножницах, гибка и калибровка, штамповка, совмещение кольцевых стыков при сборке и пр. Как известно, пластическая деформация может значительно снизить его пластические свойства и вызывать деформационное старение. Процесс проявления синеломкости (термодеформационного старения) в корне

многопроходного шва и в зоне термического влияния под влиянием термомеханических циклов сварки даже в отсутствие интенсивных внешних воздействий приводит к изменению физико-механических свойств и структуры. Обработка наплавленного металла абразивным инструментом создает в выступах неровностей поверхности тепловые удары, вызывающие мгновенный нагрев и структурные изменения металла поверхностного слоя. На участках обработанной поверхности, расположенных под выступами микронеровностей, возникают зоны отпущенного металла, имеющие пониженную твердость. На границах разных структур возникают значительные остаточные напряжения, вызывающие появление трещин типа шлифовочных.

Подводя итоги сказанному выше отметим, что современное машиностроительное предприятие включает в себя замкнутый цикл разнообразных технологических процессов и что технологическая наследственность металла имеет место при применении практически любого способа обработки материала (выплавка, ковка, прокатка, механическая обработка, штамповка или сварка), который сопровождается такими сопутствующими явлениями, как формирование временного и остаточного

напряженно-деформированного состояния, изменение фазового и структурного состава, развитие анизотропии химического состава и механических свойств, изменение исходной геометрической формы и многое др. Практически любая технологическая операция может вызвать дефект (несоответствие), который затем обнаруживается в процессе производства, монтажа или эксплуатации. Технологическую наследственность следует рассматривать как функцию, во многом влияющую на жизненный цикл конструкции, существующие взаимосвязи между ними носят сложный характер. Наследование свойств металла является как детерминированным процессом, так и вероятностным, поэтому аналитическое описание приведенных явлений связано со значительными трудностями.

В результате проведенной работы выработаны рекомендации выполнения ремонтной сварки с учетом предистории технологической наследственности металла массивной конструкции в каждом конкретном случае, что позволяет управлять процессом ремонтной сварки и находить оптимальные пути ее выполнения, обеспечивая, тем самым, длительную работоспособность восстановленной массивной металлоконструкции.

● #1728

X Международная специализированная выставка КИЕВСКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЯРМАРКА



IEC МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Украина, г. Киев, Броварской пр-т, 15
тел.: (044) 201-11-58, 201-11-65, 201-11-56
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

**3-5 апреля
2018**

Генеральный
информационный партнер:

ИНТЕРВЕНТ

Эксклюзивный
медиа партнер:

**ГОЛОВОГО
ИНЖЕНЕРА**

Технический
партнер:

Real Media

Автоматизация сварки неповоротных стыков трубопроводов*

Н.М. Махлин, Н.С. Федоренко, В.Ю. Буряк, В.Е. Водолазский, В.Е. Попов, Д.С. Олияненко,
ГП «НИЦ СКАЭ Украины ИЭС им. Е.О. Патона»,
А.Е. Коротынский, М.И. Скопюк, «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ (Киев)

В первой части статьи рассмотрены особенности отечественных автоматов для орбитальной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм. Наряду с этими трубопроводами в энергетике, перерабатывающей промышленности, нефтегазовом производстве и в др. отраслях экономики все большее применение получают трубопроводы диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм из сталей различных классов, цветных металлов и сплавов.

Как и тонкостенные, трубопроводы диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм ядерных энергоблоков являются базовыми элементами технологических цепочек АЭС [1], работающими преимущественно в условиях воздействия на них (одновременно) высоких температур и повышенного давления коррозионно-агрессивного теплоносителя, в силу чего такие трубопроводы по их влиянию на надежность и безопасность АЭС выделены в отдельную группу устройств [1, 2, 3]. Выполняемые трубопроводами энергоблоков АЭС функции, сложность условий их эксплуатации, малое пространство в местах проведения сварочных работ и ограниченность доступа к ним обуславливают высокие требования к качеству, прочности и коррозионной стойкости сварных соединений таких трубопроводов [1–4]. Трудозатраты на сварку стыков подобных трубопроводов, как и на сварку стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм, весьма значительны [1, 5–7].

Большинство сварных соединений трубопроводов АЭС представляют собой неповоротные стыки, для выполнения которых в отечественной практике используются многопроходные ручная аргонодуговая сварка (ТИГ) с присадочными материалами и ручная дуговая сварка (РДС) покрытыми электродами (ММА), а также, в ограниченном объеме, многопроходная автоматическая орбитальная аргонодуговая сварка (GTAW) с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода. Достоинства и недостатки ручных способов сварки при монтаже и ремонте трубопроводов и арматуры

энергоблоков АЭС и др. объектов индустрии рассмотрены в части 1 статьи [4].

Учитывая отмеченные в части 1 статьи недостатки ТИГ и ММА и накопленный на отечественных АЭС и др. предприятиях опыт применения GTAW для сварки неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм, есть все основания утверждать, что широкое применение автоматов для GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода является безальтернативным, поэтому создание, изготовление и внедрение таких отечественных автоматов и отработка технологий представляют собой актуальную научно-техническую задачу.

Целью данной статьи является описание результатов работ, проведенных в 2012–2016 гг. в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона, продолжающихся проводиться и сейчас, по разработке, внедрению, совершенствованию моделей отечественных автоматов для GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм.

Рассмотрены преимущества и особенности, разработанных впервые в Украине, современных отечественных автоматов для GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода. Приведены структурно-функциональные схемы и описаны конструктивные решения основных составляющих этих автоматов, изложены особенности и перспективы их модернизации.

Способ автоматической орбитальной сварки в среде инертных газов (GTAW) по сравнению с ручными способами сварки (ТИГ и/или ММА) обеспечивает стабильно высокое качество сварных соединений трубопроводов (при GTAW с присадочной проволокой уровень дефектности при сдаче с первого предъявления не превышает 7%, а при ТИГ или ММА он составляет от 15 до 45%), повышение не менее чем в 4–6 раз производительности сварочных работ, значительное сокращение продолжительности обучения оператора автоматической сварки по сравнению с продолжительностью подготовки высококвалифицированного сварщика ручной сварки [1, 2, 5–9].

* Часть 2. Продолжение публикации серии статей, часть 1 – № 6–2017.

На сегодняшний день рынок сварочного оборудования предлагает довольно широкий выбор автоматов для GTAW с присадочной проволокой, разработанных и изготавливаемых зарубежными фирмами, например, «POLYSOUDE» (Франция) [10], «SIEMENS» (ФРГ), «ESAB» (Швеция) [11] и др. Однако, как показывает практика, все импортные орбитальные автоматы требуют значительных эксплуатационных расходов, плохо адаптированы к размерам и межтрубным расстояниям трубопроводов отечественных энергоблоков, характеризуются недостаточным ресурсом машинного времени и низкой ремонтпригодностью составных частей автоматов, а также высокой стоимостью [1].

Исходя из этого и принимая во внимание масштабы развития атомной энергетики в Украине и в др. странах, разработка и освоение промышленного изготовления современных отечественных орбитальных автоматов для GTAW с присадочной проволокой и колебаниями неплавящегося электрода, отработка технологических процессов автоматической орбитальной сварки неповоротных стыков трубопроводов диаметром 76–219 мм с толщиной стенки до 12,0 мм и оснащение такими автоматами монтажных организаций и ремонтных подразделений АЭС и предприятий др. отраслей экономики Украины становятся все более актуальными

задачами. Существенную часть этих задач позволяют решить разработанные и сконструированные в 2012–2016 гг. в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е.О. Патона однопостовые автоматы АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4 и АДЦ 630 УХЛ4 (их технические параметры и характеристики приведены в *табл. 1*) для GTAW с присадочной проволокой и колебаниями неплавящегося электрода неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12,0 мм из сталей аустенитного, перлитного и мартенситного классов, высоколегированных сплавов и стали 20 в условиях монтажа и ремонта объектов энергетики (в т.ч. АЭС и ТЭС), а также в др. отраслях промышленности [12].

В состав каждого из автоматов АДЦ 628 УЗ.1, 629 УЗ.1, 630 УЗ.1 входят: специализированный многофункциональный источник питания ИЦ 617 УЗ.1 для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов; система управления, состоящая из блока интерфейса АДЦ 628.20.00.000, стандартного персонального компьютера (ПК) и пульта управления выносного (пульта оператора) АДЦ 628.30.00.000; одна из головок сварочных АДЦ 628.03.00.000, 629.03.00.000, 630.03.00.000, коллектор АДЦ 629.07.00.000 и автономные блоки подачи присадочной проволоки АДЦ 628.04.00.000 и жидкостного (водяного) охлаждения.

Таблица 1. Основные технические параметры и характеристики орбитальных автоматов АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4 и АДЦ 630 УХЛ4

Наименование показателя	Значение		
	Обозначение модели автомата		
	АДЦ 628 УХЛ4	АДЦ 629 УХЛ4	АДЦ 630 УХЛ4
Диаметр свариваемых труб, мм	76–114	114–159	159–219
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	(1,7–17,7; 2,65–27,00)	(0,95–9,5; 1,3–13,5)	(1,5–14,8; 0,6–5,8)
Диаметр вольфрамового электрода, мм	3,0; 4,0;		
Наибольшее радиальное перемещение горелки, мм	35,5		42,5
Наибольшее перемещение горелки поперек стыка: в режиме настройки (с помощью корректоров), мм в автоматическом режиме (с помощью колебателя), мм	± 5,0		
	± 12,0		
Охлаждение горелки	Жидкостное		
Пределы регулирования сварочного тока, А	8–250		
Пределы регулирования напряжения дуги, В	6–20		
Точность поддержания сварочного тока, не хуже, %	±2		
Точность поддержания напряжения дуги, не хуже, В	±0,15		
Частота колебаний электрода, в пределах, мин ⁻¹	10–150		
Расположение электропривода вращения планшайбы	Параллельно продольной оси трубы		
Наименьшее межтрубное расстояние, мм	160	180	225
Масса головки сварочной (без шлангов и кабелей), не более, кг	13,5	16,0	21,0
Потребляемая электрическая мощность, не более, кВА	6,4		

Схематически-конструктивное построение автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 выполнено таким образом, что их основные составные части являются общими и едиными для указанных моделей автоматов, отличающихся друг от друга только головками сварочными. Это предоставляет возможность использовать любой из этих автоматов с одной, двумя или тремя головками сварочными — по выбору Заказчика и позволяет обеспечивать необходимую конфигурацию оборудования для GTAW GTAW трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с минимальными затратами.

Структурно-функциональная схема автоматов для GTAW АДЦ 628 УЗ.1, 629 УЗ.1, 630 УЗ.1 приведена на рис. 1.

Специализированный источник питания ИЦ 617 УЗ.1 «чопперного» типа для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов обеспечивает выполнение тех же опций и реализацию таких же циклов сварки в режимах 2Т, 4Т и в специальном режиме 4Т–I, что и в случае автоматов АДЦ 627 УЗ.1, 625 УЗ.1, 626 УЗ.1 для GTAW неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм. Внешний вид источника питания ИЦ 617 УЗ.1 для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов незначительно отличается от внешнего вида источника питания ИЦ 616 УЗ.1.

Система управления (СУ) рассчитана на совместную работу со специализированным источником питания ИЦ 617 УЗ.1 и исполнительными механизмами автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 и предназначена для управления их функционированием при осуществлении GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода неповоротных стыков с U-подобной разделкой кромок стальных трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм в соответствии с запрограммированными алгоритмами процессов сварки и значениями параметров ее цикла и режимов.

СУ обеспечивает:

- две разновидности функцио-

- нирования автоматов — НАЛАДКА и СВАРКА;
 - два способа управления технологическими процессами и работой составных частей автоматов — РУЧНОЕ и АВТОМАТИЧЕСКОЕ;
 - три разновидности режимов сварки, в т.ч. сварка непрерывным током, шаго-импульсная сварка и сварка с модуляцией сварочного тока или скорости сварки, или же и того и другого одновременно;
 - программирование и гарантированное воспроизведение и поддержание в процессе сварки заданных значений параметров цикла и режимов сварки при выполнении корневых швов, «горячего» прохода, заполняющих и облицовочных швов во всех их пространственных положениях.
- Инновационными особенностями СУ автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 являются возможность автоматического определения сопротивления сварочного контура с целью обеспечения требуемой точности автоматического регулирования напряжения дуги [13], а также возмож-

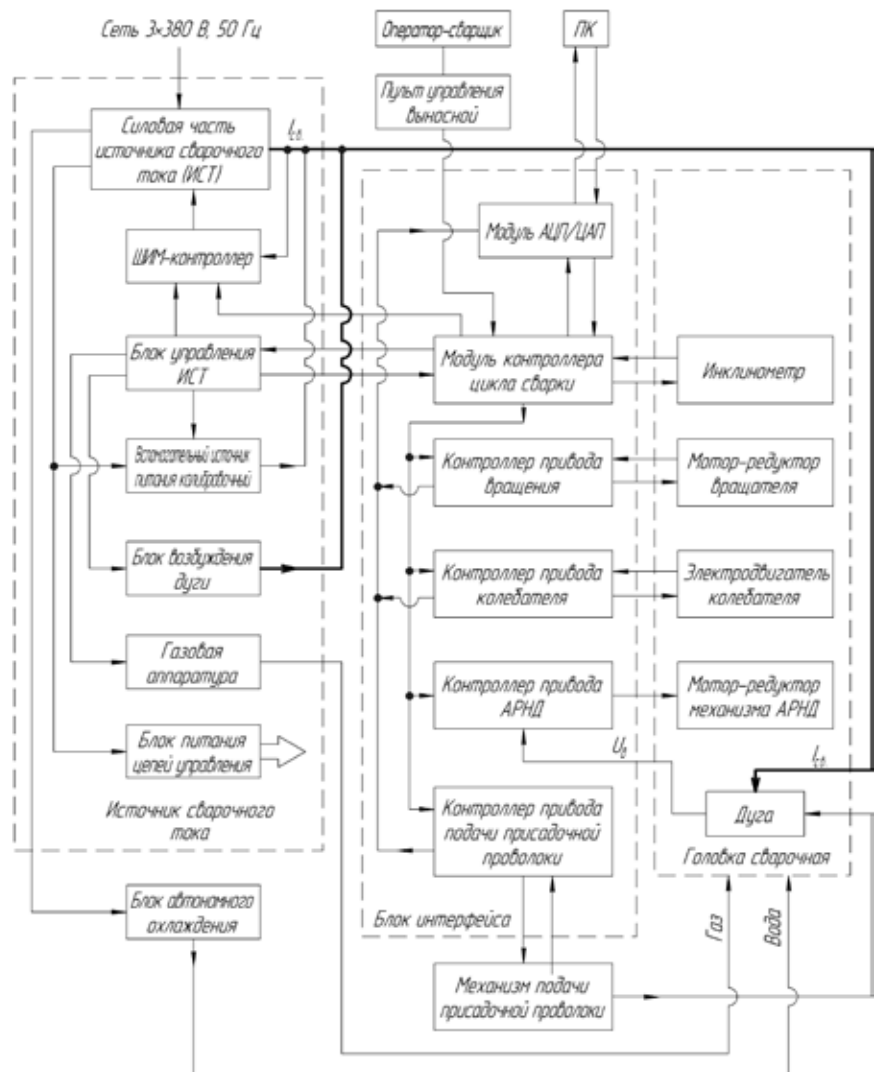


Рис. 1. Структурно-функциональная схема автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4, АДЦ 630 УХЛ4

ность автоматического определения амплитуды колебаний неплавящегося электрода [14], т.е. автоматической калибровки, которая осуществляется при функционировании автоматов в режиме работы НАЛАДКА.

Составляющий основу СУ автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 блок интерфейса АДЦ 628.20.00.000:

- вырабатывает сигналы управления включением, отключением и продолжительностью функционирования составных частей и механизмов автоматов в соответствии с заданными алгоритмами осуществления GTAW неповоротных стыков трубопроводов;
- обеспечивает регулирование, обработку сигналов обратных связей и поддержку в процессе сварки неизменными заданных заранее значений сварочного тока, длины дугового промежутка (напряжения дуги), скорости сварки (скорости вращения планшайбы головки сварочной), амплитуды колебаний неплавящегося электрода и длительностей его задержек на кромках U – подобной разделки стыка трубопровода;
- автоматически изменяет значения параметров цикла сварки (сварочного тока, скорости сварки, амплитуды и скорости колебаний электрода в зависимости от положения электрода горелки относительно вектора гравитации, направления вращения электрода вокруг трубопровода), а также от стадии цикла сварки;

- формирует и автоматически преобразовывает с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) аналоговые и аналого-цифровые сигналы, являющиеся носителями информации о текущих значениях параметров цикла сварки, состоянии частей оборудования для GTAW неповоротных стыков трубопроводов, в цифровые сигналы, поступающие через скоростной USB-канал в USB-порт ПК;

- осуществляет с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) автоматическое обратное преобразование поступающих с ПК цифровых сигналов в аналоговые и аналого-цифровые. Основными функциональными узлами блока интерфейса АДЦ 6286.20.00.000 (рис. 2) являются модули контроллеров цикла сварки 5 и 6, приводов: вращения – 2, колебателя электрода – 3, механизма подачи присадочной проволоки – 4, автоматического регулятора напряжения дуги (АРНД) – 7, ввода/вывода аналого-цифрового преобразователя – 8.

Модули контроллера цикла сварки 5 и 6 обеспечивают:

- работу пульта управления выносного АДЦ 628.30.00.000 при всех разновидностях функционирования автомата, способах управления технологическими процессами и работой составных частей автоматов, разновидностях и вариантах режимов сварки, в т.ч. сварки непрерывным током, шаго-импульсной сварки и сварки с модуляцией сварочного тока или скорости сварки, или же и того и другого одновременно;

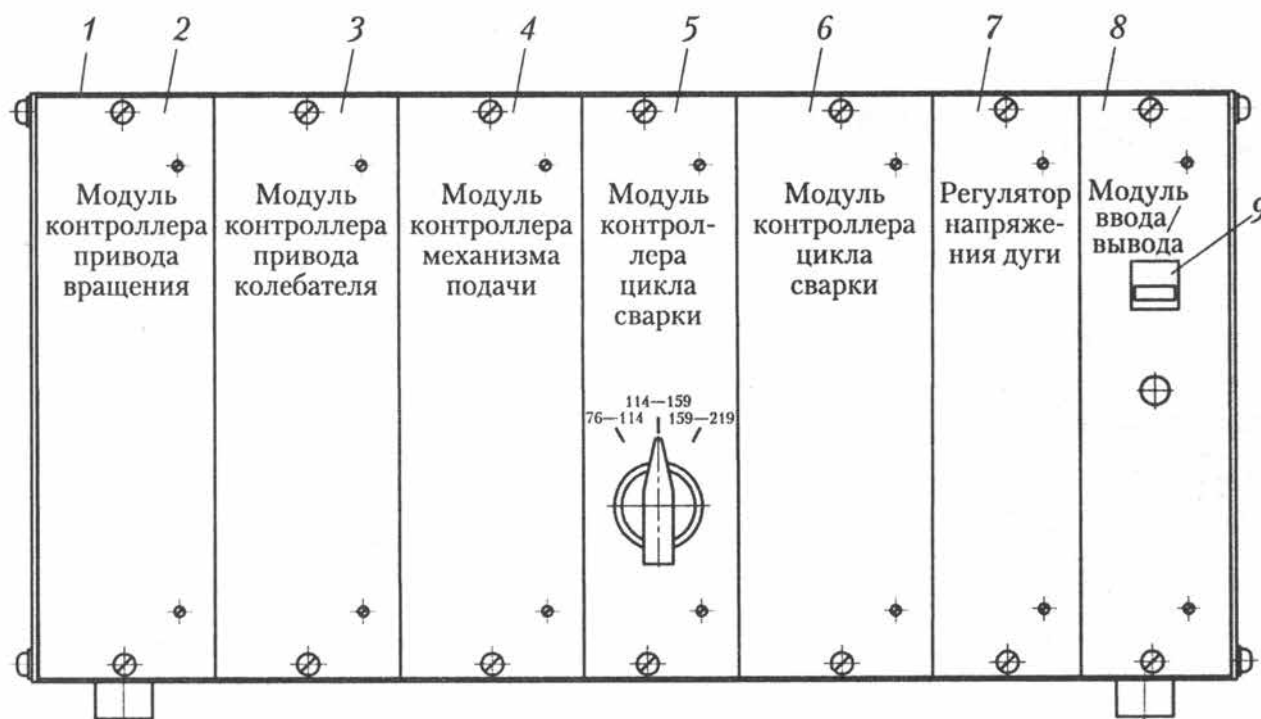


Рис. 2. Внешний вид блока интерфейса АДЦ 628.20.00.000: 1 – корпус; модули контроллеров: 2 – привода колебателя; 3 – привода колебателя; 4 – привода подачи присадочной проволоки; 5, 6 – цикла сварки; 7 – автоматического регулятора напряжения дуги (АРНД); 8 – модуль ввода/вывода; 9 – USB-розетка

- формирование сигналов управления включением /отключением и продолжительностью функционирования частей и механизмов автоматов в соответствии с заданными алгоритмами осуществления GTAW неповоротных стыков трубопроводов;
- регулирование и поддержку стабильными в процессе сварки заданных значений параметров цикла и режимов сварки в зависимости от диаметра и материала трубопровода, толщины его стенки и положения электрода горелки относительно вектора гравитации;
- поддержку в процессе сварки заданных значений амплитуды и частоты колебаний неплавящегося электрода поперек сварного шва и интервалов времени задержки («выстоя») электрода на кромках стыкового соединения в зависимости от материала, толщины стенки, вида шва и геометрии разделки стыка (U – образного типа);
- первоначальную обработку сигналов обратных связей и сигналов, отображающих текущие значения параметров цикла и режимов сварки, нормирование этих сигналов по уровням, динамический диапазон которых должен соответствовать регламентированному диапазону уровней входных сигналов АЦП;
- связь (с помощью АЦП и ЦАП) объектов управления (составных частей и механизмов автоматов для GTAW) с ПК.

Модули контроллеров приводов: вращения – 2, колебателя – 3, механизма подачи присадочной проволоки – 4, выполнены по аналогичным схемотехническим и конструктивным решениям, что значительно облегчает их изготовление, наладку и техническое обслуживание в процессе эксплуатации. Предусмотрено, что эти контроллеры обеспечивают функционирование реверсивных приводов исполнительных механизмов головок сварочных автоматов в соответствии с алгоритмами, программируемыми с учетом диаметров, материалов, толщины стенки трубопроводов и типа разделки их неповоротных стыков.

Модуль контроллера АРНД 7 предназначен для управления мотор – редуктором механизма автоматического регулятора напряжения дуги и обеспечивает поддержание в процессе сварки заданного значения напряжения дуги (U_d) за счет автоматической компенсации его отклонений от заранее заданного значения путем автоматической коррекции вертикального положения электрода головки сварочной относительно поверхности сварочной ванны. Как и в автоматах для GTAW неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов АДЦ 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, примененный в автоматах для GTAW неповоротных стыков трубопроводов

АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 АРНД, он представляет собой замкнутую систему автоматического регулирования, построенную на использовании пропорциональности напряжения дуги ее длине при сварке неплавящимся электродом [15, 16].

Основой модуля ввода/вывода 8 является универсальный внешний модуль АЦП / ЦАП типа E14–440D разработки и изготовления фирмы «L – Card», совместимый с шиной USB2.0. Этот внешний модуль удобен для создания портативных измерительных систем на базе ноутбука и имеет программно-управляемую наладку параметров сбора данных: количества и последовательности опроса восьми входных каналов, диапазонов измерений, частоты преобразования АЦП. Возможна синхронизация сбора данных по внешнему синхросигналу или по уровню входного сигнала. Дополнительно предусмотрено наличие цифровых входов и выходов, а также двухканального ЦАП. Применение цифрового сигнального процессора и возможность загрузки прикладных программ позволяют реализовывать разнообразные функциональные алгоритмы и специализированные режимы работы внешнего модуля E14–440D.

Пульт управления выносной АДЦ 628.30.00.000 предоставляет возможность:

- формировать для каждого прохода сигналы выбора рода работы автомата и вида режима управления; сигналы выбора разновидности режимов сварки (сварка непрерывным током, шаго-импульсная сварка или сварка модулированным током, с заданием значений только сварочного тока или только скорости сварки, или с программированием и того и другого в зависимости от пространственного положения неплавящегося электрода); сигналы выбора вида сварного шва (корневой, «горячий» проход, заполняющий или облицовочный);
- предварительно отдельно задавать значения каждого из параметров процесса GTAW с осуществлением их световой и цифровой индикации в их единицах измерения (скорость сварки, в т.ч. в импульсе и паузе – в мм^{-1} , скорость подачи присадочной проволоки – в м/ч, заданные и текущие значения: сварочного тока – в А, напряжения дуги – в В, глубина коррекции значения сварочного тока – в %, частота колебаний неплавящегося электрода – в Гц, амплитуда этих колебаний – в мм, длительность задержки («выстоя») неплавящегося электрода у кромок стыка – в с, расхода инертного газа – в л/мин, текущие значения угла положения оси неплавящегося электрода относительно вектора гравитации – в град);

- формировать сигналы управления включением/отключением электроприводов исполнительных механизмов автоматов при виде их работы НАЛАДКА;
- вырабатывать сигналы (команды) на осуществление автоматического определения электрического сопротивления сварочного контура и установления значений амплитуд колебаний неплавящегося электрода для каждого из заполняющих или облицовочного проходов;
- контролировать наличие охлаждающей жидкости и инертного газа;
- формировать сигналы начала и завершения выполнения цикла сварки, а также сигнала АВАРИЙНЫЙ СТОП, вызывающего практически мгновенное полное обесточивание любого из автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4;
- формировать сигналы (команды) на осуществление регистрации с помощью ПК фактических значений параметров процесса GTAW в течение всей его продолжительности с возможностью последующего воспроизведения этой информации.

Внешний вид пульта управления выносного (пульта оператора) АДЦ 628.30.00.000 приведен на рис. 3.

Все головки сварочные АДЦ 628.03.00.000, 629.03.00.000, 630.03.00.000, входящие в состав автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4, выполнены по единой конструктивной схеме, характерной для головок сварочных накладного типа, на основе применения унифицированных узлов и механизмов и с учетом специфических условий работы, а также требований по обеспечению показателей назначения, удобства эксплуатации, технического обслуживания и ремонтпригодности. При этом обеспечиваются необходимая точность установки головки (не параллельность продольной оси электрода по отношению к радиальной оси свариваемого трубопровода не превышает 2°), реверс направления вращения планшайбы головки по команде оператора или системы управления автоматов, возможность поперечного корректирования положения электрода относительно оси стыка свариваемого трубопровода, ламинарное истечение инертного газа через рабочее отверстие защитного сопла горелки головки сварочной, возможность простой и быстрой замены изношенного вольфрамового электрода.

Общий вид типового конструктивного исполнения головок сварочных автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 (на примере головки сварочной АДЦ 629.03.00.000) приведен на рис. 4.

Каждая из головок сварочных АДЦ 628.03.00.000, 629.03.00.000, 630.03.00.000 содержит такие основные узлы и механизмы: неподвижный корпус, механизмы: вращения (вращатель), зажима, АРНД, поперечного перемещения горелки, горелку, узел канала подачи присадочной проволоки, датчик пространственного положения неплавящегося электрода.

Неподвижный корпус 1 (рис. 4) каждой головки является несущей конструкцией для вращателя планшайбы и механизма зажима.

Механизм вращения (вращатель) 2 обеспечивает вращение планшайбы головки сварочной вокруг свариваемого трубопровода и состоит из рукоятки, привода, редуктора, приводной шестерни, вала, проставки и рукоятки. Рукоятка вращателя параллельна продольной оси трубопровода и может закрепляться в неподвижном корпусе головки в любом из двух противоположных направлений относительно плоскости планшайбы. Внутри имеющей форму полого цилиндра рукоятки размещены используемый в качестве привода механизма вращения электродвигатель постоянного тока со статором на постоянных магнитах, соосно сочле-

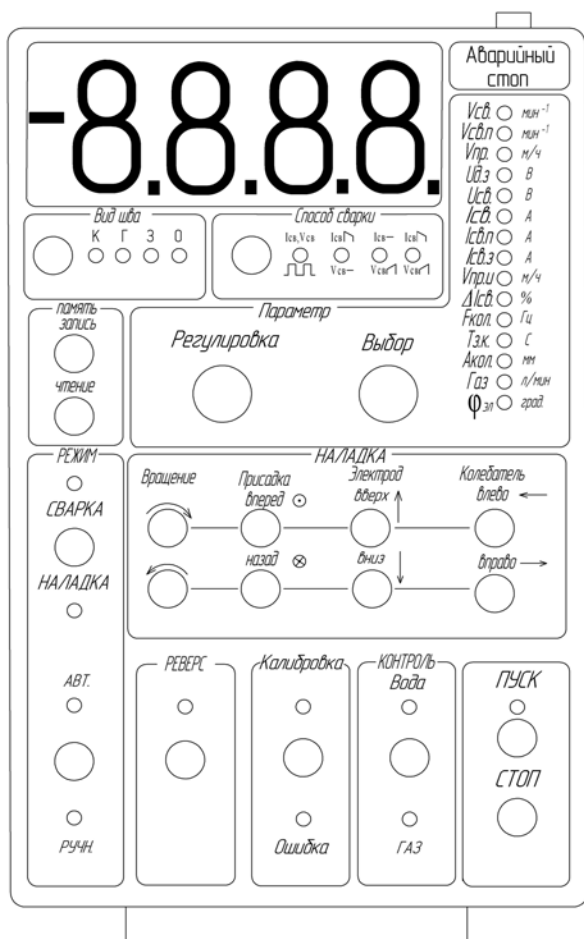


Рис. 3. Внешний вид лицевой панели пульта управления выносного (пульта оператора) АДЦ 628.30.00.000

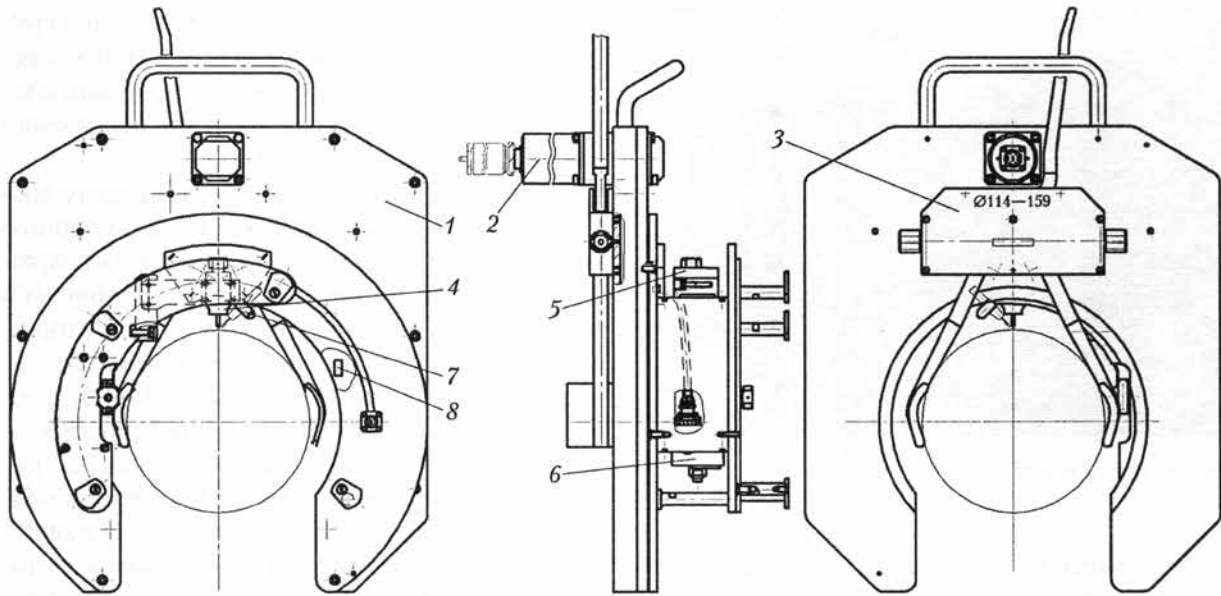


Рис. 4. Конструктивная схема построения головок сварочных АДЦ 628.03.00.000, АДЦ 629.03.00.000, АДЦ 630.03.00.000: 1 – неподвижный корпус; механизмы: 2 – вращения (вращатель); 3 – зажима; 5 – АРНД; 6 – поперечного перемещения; 4 – горелка; 7 – узел канала подачи присадочной проволоки (узел лайнера); 8 – датчик пространственного положения неплавящегося электрода (инклинометр)

ненный с понижающим редуктором планетарного типа и с энкодером, вырабатывающим постоянное количество информационных импульсов (от 100 до 128) за один полный оборот вала электродвигателя. Размеры и конструкция рукояток, а также электродвигатели и энкодеры приводов вращателей всех трех головок унифицированы, приводы вращателя каждой из головок отличаются лишь коэффициентом редукции мотор-редукторов.

Внутри неподвижного корпуса 1 размещен шестерчатый понижающий редуктор вращателя, кинематически связанный с приводом (мотор-редуктором) с помощью проставки. Снаружи неподвижного корпуса 1 жестко закреплен механизм зажима 3, предназначенный для обеспечения фиксации и расфиксации головки сварочной на трубопроводе и достижения соосности осей вращения планшайбы и трубопровода (для центрирования планшайбы головки сварочной). Фиксация головки на трубопроводе и ее расфиксация осуществляются с помощью двух охватывающих часть внешней цилиндрической поверхности трубопровода захватов механизма зажима, которые кинематически связаны с управляющим рычагом.

На выходной (приводной) шестерне редуктора вращателя установлена планшайба, на которой закреплен блок исполнительных механизмов. В состав этого блока входят горелка 4, механизмы: АРНД 5, поперечного перемещения – 6, узел канала подачи присадочной проволоки (узел лайнера) – 7. На планшайбе закреплен датчик пространственного положения неплавящегося электрода

(инклинометр) – 8, при этом его продольная ось параллельна оси электрода горелки.

Конструктивной базой горелки служит металлический корпус прямоугольной формы с двумя внутренними полостями, одна из которых предназначена для осуществления теплообмена корпуса горелки с охлаждающей жидкостью, а другая – для функционирования в качестве камеры инертного газа.

Инертный газ из магистрали газоснабжения автомата поступает во внутреннюю (газовую) полость корпуса горелки через патрубок и вытекает из этой полости через 10 отверстий диаметром 1,2 мм, что в сочетании с установленным в нижней внутренней части корпуса горелки газовым фильтром обеспечивает ламинарное истечение инертного газа в зону сварки через керамическое сопло горелки.

Механизм АРНД обеспечивает стабилизацию заданной длины сварочной дуги путем отработки в радиальном направлении относительно продольной оси свариваемого трубопровода перемещения горелки в соответствии с возникающими отклонениями от заданных значений напряжения дуги.

Механизм поперечного перемещения предназначен для обеспечения возможности направления неплавящегося электрода на стык и коррекции его положения поперек этого стыка, а также для осуществления колебаний электрода поперек стыка в соответствии с заданными значениями их амплитуды и частоты. В качестве привода механизма поперечного перемещения используется мотор-

редуктор со встроенным энкодером, что обеспечивает не только возможность регулировать амплитуды и частоты колебаний неплавящегося электрода и поддержания их заданных значений стабильными, но и задавать направление его перемещения — в соответствии с избранным алгоритмом процесса GTAW.

Узел канала подачи присадочной проволоки (узел лайнера) дает возможность направлять присадочную проволоку в зону сварочной дуги (сварочной ванны), корректировать положение рабочего участка присадочной проволоки относительно неплавящегося электрода горелки, производить смену и фиксацию положения лайнера при изменении направления сварки (направления вращения планшайбы).

Трехкоординатный датчик пространственного положения электрода (инклинометр) обеспечивает возможность определять угловое положение неплавящегося электрода в плоскости стыка относительно вектора гравитации, что обуславливает возможность выполнять заданный цикл сварки независимо от первоначального положения электрода, получать достоверную информацию об угловом положении электрода для отработки программы цикла сварки по осям управления, а также исключить необходимость в реперных отметках для выполнения программы цикла сварки, наличие которых присуще большинству автоматов для GTAW.

Любая из головок сварочных АДЦ 628.03.00.000, 629.03.00.000, 626.03.00.000 к сварочному источнику питания (например, ИЦ 617 УЗ.1), блоку интерфейса АДЦ 628.20.00.000, пульту управления выносному АДЦ 628.30.00.000 и системе газоснабжения подключается с помощью коллектора АДЦ 629.07.00.000, который может быть удален от головки сварочной на расстояние до 15 м. Всего при использовании сварочных автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 длина сварочного контура может составлять до 60 м, а при необходимости — до 100 м.

Блок подачи присадочной проволоки АДЦ 628.04.00.000 обеспечивает продвижение этой проволоки к зоне сварки с заранее установленной скоростью. В качестве электропривода блока АДЦ 628.04.00.000 использован электродвигатель (со статором на постоянных магнитах и двумя выходами вала) мощностью 100 Вт, рассчитанный на номинальное напряжение якоря 24 В постоянного тока. При номинальных значениях напряжения якоря и механической нагрузки скорость вращения вала электродвигателя составляет 2900 об./мин. Это обуславливает необходимость понижающей редукции, т.к. регламентированные значения скорости подачи присадочной проволоки не превышают 60 м/ч. Поэтому обязательным узлом блока

АДЦ 628.04.00.000 является многоступенчатый редуктор с коэффициентом редукции около 1:300, выходной вал которого кинематически связан с механизмом зажатия, обеспечивающим прижатие (с помощью роликов) присадочной проволоки и направление ее в канал подачи. Управление скоростью подачи присадочной проволоки осуществляется входящим в состав блока интерфейса АДЦ 628.20.00.000 контроллером привода подачи присадочной проволоки. Этот контроллер снабжает якорь электродвигателя и сочлененный с его выходным валом энкодер напряжением питания, поступающим через фильтр-ограничитель, обеспечивающий защиту цепей питания от перегрузок по напряжению или его всплесков, а также защиту выходных (сигнальных) цепей энкодера.

Общий вид блока подачи присадочной проволоки приведен на рис. 5.

Система жидкостного охлаждения автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 построена по принципу замкнутой системы и базируется на основе применения серийного автономного блока водоохлаждения, предназначенного для обеспечения охлаждения и циркуляции рабочей жидкости в полостях горелок с водяным охлаждением установок для TIG при сварочном токе до 500 А.

Программное обеспечение автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 выполнено на базе использования интегрированной среды Lab VIEW и стандартного ПК с операционной системой Windows XP — SP2.

Технические, функциональные и технологические испытания опытных образцов автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 показали, что это сварочное оборудование обеспечивает возможность достижения стабильно высокого качества соединений при выполнении сварки неповоротных стыков стальных трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм в условиях монтажа и ремонта объектов энергетики и в др. отраслях производства. Вместе с тем установлено, что для достижения уровня автоматиза-

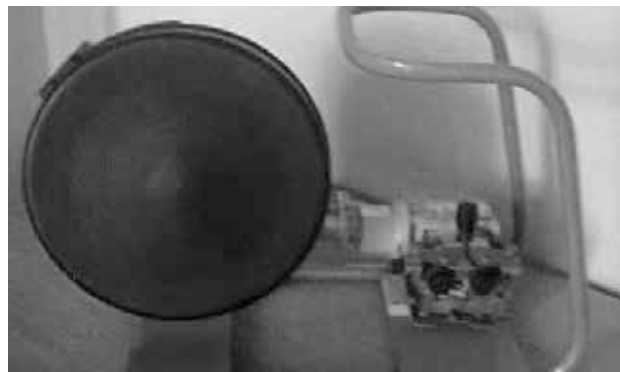


Рис. 5. Внешний вид блока (механизма) подачи присадочной проволоки АДЦ 628.04.00.000

ции процессов GTAW, который бы не только соответствовал современным требованиям, но и превосходил существующие мировые наработки в этой области, крайне необходимы дальнейшие исследования, опытно-технологические и опытно-конструкторские работы в направлении разработки систем активного технологического контроля (на базе современных средств технического зрения) как при подготовке неповоротных стыков к сварке, так и в процессе их GTAW, усовершенствования аппаратной части орбитальных автоматов путем более глубокого применения микропроцессоров, а также программного обеспечения этих автоматов.

В настоящее время в НИЦ СКАЭ проводятся экспериментальные и опытно-технологические работы по отработке технологий GTAW неповоротных стыков стальных трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм, а также опытно-конструкторские работы по модернизации ранее разработанных автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 с учетом значительного роста в последние годы функциональной и эксплуатационной надежности сварочных инверторов, средств технического зрения и др. компонентов электроники. Завершение проводимых исследований, опытно-технологических и опытно-конструкторских работ планируется на IV-й квартал 2018 г.

Исходя из перечисленного выше, можно сделать следующие выводы:

1. Разработка, изготовление и всесторонние испытания опытных образцов автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4 и АДЦ 630 УХЛ4 с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода, дальнейшее освоение промышленного производства их модернизированных версий создают все предпосылки для оснащения монтажных организаций, ремонтных и др. предприятий отрасли атомной энергетики и предприятий др. отраслей экономики отечественным современным сварочным оборудованием, что обеспечивает возможность реализации как отработанных, так и новых технологий автоматической сварки неповоротных стыков с разделкой кромок трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм из сталей аустенитного, перлитного и мартенситного классов, высоколегированных сплавов, стали 20, цветных металлов (кроме алюминия) и сплавов. В свою очередь, это предоставляет возможность существенно повысить качество, производительность, технологическую и экономическую эффективность сварочных работ при монтаже и ремонте объектов энергетики и др. отраслей производства в Украине и др. странах.

2. По своим технологическим возможностям, эксплуатационным, функциональным, энергетическим характеристикам и показателям отече-

ственные автоматы для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 не уступают аналогичным автоматам зарубежного производства (а по некоторым и превосходят их), что позволяет практически полностью отказаться от импорта подобного сварочного оборудования.

3. Наличие в составе системы управления автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 ПК дает возможность не только осуществлять адаптивное управление процессами GTAW и оборудованием для ее реализации, но и документировать текущие значения этих процессов и режимов сварки, проводить их ретроспективный анализ и сравнение с отработанными компьютерными моделями, получать исходную информацию, необходимую для выполнения действенного неразрушающего контроля, диагностики и прогнозных расчетов надежности сварных соединений неповоротных стыков трубопроводов.

4. Осуществление дальнейшего развития технологий GTAW неповоротных стыков трубопроводов и оборудования для их реализации в направлении повышения уровня автоматизации, приближения к роботизации, возможно за счет применения видеосенсоров, создания банка типовых режимов сварки, углубленного использования современных (например, сигнальных) микропроцессоров и энергонезависимой памяти.

В заключение авторы считают необходимым отметить, что в разработке автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 активное и непосредственное участие приняли инженеры А.Г. Сипаренко и А.Г. Скурта; в отработке технологических процессов GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм – инженеры В.М. Гавва, А.В. Бурба и А.А. Муха; в освоении промышленного изготовления опытных образцов автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4 и АДЦ 630 УХЛ4 – инженеры А.А. Свириденко, Н.М. Пасечный, В.Н. Андрейченко, В.Е. Иванов, В.П. Тищенко, Г.И. Писарев и др.

Литература

1. Гриненко В.И., Рошин В.В., Хаванов В.А., Полосков С.И. К вопросу об автоматизации сварки монтажных стыков трубопроводов атомных электростанций // Технолог. маш-ения. – 2008. – № 8. – С. 48–51.

2. ПН АЭ Г-7-008-89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок / Госатомнадзор СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 168 с.

3. ПН АЭ Г-7-009-90, ПН АЭ Г-7-010-90. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. / Госатомнадзор СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 320 с.

4. Махлин Н. М., Федоренко Н. С., Буряк В. Ю., Водолазский В. Е., Попов В. Е., Олияненко Д. С., Коротынский А. Е., Скопюк М. И. Автоматизация сварки неповоротных стыков трубопроводов (часть 1) // Сварщик. — 2017 — № 6 — С. 26–37.

5. Белкин С. А., Шефель В. В. Автоматическая аргонодуговая сварка при монтаже трубопроводов АЭС // Энергет. стр.-во. — 1985. — № 11. — С. 43–46.

6. Галышев В. К. Применение автоматической сварки при монтаже трубопроводов Запорожской АЭС // Там же. — 1988. — № 3. — С. 9–10.

7. Шефель В. В. Состояние и перспективы разработки нового малогабаритного трубосварочного оборудования // Там же. — 1988. — № 12. — С. 3–4.

8. Рощин В. В., Хаванов В. А., Акулов Л. И., Букаров В. А. Сварка при монтаже оборудования и металлоконструкций реакторных установок // Сварка в атомной промышленности и энергетике. Труды НИКИМТ. — М.: Издат. АТ, 2002. — Т. 1. — С. 81–118.

9. Букаров В. А. Технология дуговой автоматической сварки в защитных газах // Там же. — С. 149–201.

10. <http://www.polysoude.com>

11. <http://www.esab.com>

12. Махлин Н. М., Коротынский О. Е., Свириденко А. О. Апаратно-програмні комплекси для

автоматичного зварювання неповоротних стиків трубопроводів атомних електростанцій // Наука та інновації. — 2013. — Т. 9. — № 6. — С. 31–45.

13. Патент 101534 України. Спосіб автоматичного дугового зварювання неплавким електродом та пристрій для його здійснення / Б. Є. Патон, Н. М. Махлін, О. Є. Коротинський, В. О. Богдановський, М. І. Скопюк, В. Ю. Буряк — Опубл. 10.04.2013, Бюл. № 7.

14. Патент 108508 України. Спосіб багато прохідного автоматичного зварювання неплавким електродом з подаванням присадкового дроту та пристрій для його реалізації / Л. М. Лобанов, Н. М. Махлін, О. Є. Коротинський, С. І. Полосков, В. Є. Водолазський, М. І. Скопюк, В. Ю. Буряк, О. Г. Сипаренко, М. А. Шолохов — Опубл. 12.05.2015, Бюл. № 9.

15. Оборудование для дуговой сварки: Справ. пособ. / Под ред. В. В. Смирнова. — Л.: Энергоатомиздат, 1986. — 656 с.

16. Гладков Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке. Учеб. пособ. — М.: Академия, 2006. — 432 с.

● #1729

Борису Алексеевичу Мовчану — 90 лет!



9 января 2018 г. исполнилось 90 лет Б. А. Мовчану, доктору технических наук (1961), профессору (1962), академику АН УРСР (1978), лауреату Государственной премии УРСР (1974), Ленинской премии (1984), Премии им. Е. О. Патона АН УРСР (1989), заслуженному деятелю науки и техники Украины (2004).

В 1951 г. он окончил Киевский государственный университет им. Т. Г. Шевченко. С 1951 г. работает в ИЭС им. Е. О. Патона, сначала как научный сотрудник института (1951–1960), позже как заведующий отделом электронно-лучевой технологии (1960–1994). С 1994 г. Б. А. Мовчан — директор Международного центра электронно-лучевых технологий (МЦЭЛТ), а с 2003 г. — главный научный сотрудник отдела парофазных технологий неорганических материалов ИЭС и научный сотрудник-советник МЦЭЛТ.

Основные направления его научной деятельности — структура и свойства неорганических материалов, электронно-лучевая технология, новые материалы; следует отметить и разработанные варианты электронно-лучевых гибридных нанотехнологий.

МЦЭЛТ, возглавляемый Б. А. Мовчаном, достиг международного признания в отрасли исследования структуры, свойств неорганических материалов и

защитных покрытий, в реализации разработанных технологических процессов и новых образцов электронно-лучевого оборудования мощностью 150–250 кВт.

Научные и технологические разработки Б. А. Мовчана и его учеников защищены патентами США, Европы, России, КНР.

Научная деятельность Б. А. Мовчана отмечена государственными наградами — двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Ленина, орденом «За заслуги» III степени, многими медалями.

В 1983, 1988 г. ему вручили Почетные дипломы Американского вакуумного общества, а в 1998 г. — Министерства авиационной промышленности Китая. В 1996 г. Б. А. Мовчану присвоено почетное звание профессора Пекинского университета авиации и космонавтики.

Б. А. Мовчан — автор более 360 научных работ и более 100 патентов. Он подготовил 6 докторов и 60 кандидатов технических наук.

От всей души поздравляем Бориса Алексеевича с юбилеем, желаем здоровья, благополучия и дальнейших научных успехов!

*Коллектив ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ,
совет Общества сварщиков Украины,
НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ,
редакция и редколлегия журнала «Сварщик»*

Моделирование электромагнитных и тепловых процессов в системах индукционной термической обработки сварных соединений высокопрочных труб

А.А. Письменный, к.т.н., ЗАО «Псковэлектросвар» (Псков), К.А. Письменный, «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ (Киев)

Новое поколение трубных сталей отличается высокими прочностными свойствами, сохраняющимися при низких температурах эксплуатации. Известно [1], стали такого типа являются термически нестабильными, что проявляется в необратимости структурных изменений в металле шва и околошовной области, в результате чего механические свойства в этих зонах отличаются от свойств основного металла резким снижением пластических свойств и большей склонностью к хрупким разрушениям, причем данные изменения проявляются после любого вида сварки. Известно также [2], что условием для улучшения прочностных показателей металла шва в части его вязких свойств, является осуществление ускоренной местной термической обработки, заключающейся в повторной перекристаллизации металла шва и околошовной зоны. При этом, как наиболее высокопроизводительный способ, часто применяют термическую обработку сварных швов, используя оборудование индукционного нагрева токами высокой частоты, что обуславливается простотой технологии, стабильно высоким качеством тепловой обработки, возможностями автоматизации и паспортизации.

Метод индукционного нагрева металлов имеет значительные преимущества перед другими (например газопламенным, нагревом сопротивлением), т.к. подвод тепла к обрабатываемому объекту происходит бесконтактным способом, в результате преобразования омических потерь от индуцированных в ферромагнитное тело вихревых токов в тепловую энергию.

Необходимая ширина зоны нагрева сварного соединения в осевом направлении труб определяется геометрическими размерами индукционной системы. Основное преимущество индукционного способа подвода тепла заключается в высокой скорости нагрева обрабатываемого участка до заданной температуры, что повышает производительность операции.

Если зазор между индуктирующим проводником, охватывающим обрабатываемую поверхность труб, во всех точках приближенно одинаков, то тепловое поле по длине и ширине шва распределяется во времени практически однородно и перекристаллизация металла в объеме этого поля от центра зоны нагрева в осевом направлении труб и в глубину шва происходит также с равномерной скоростью (рис. 1).

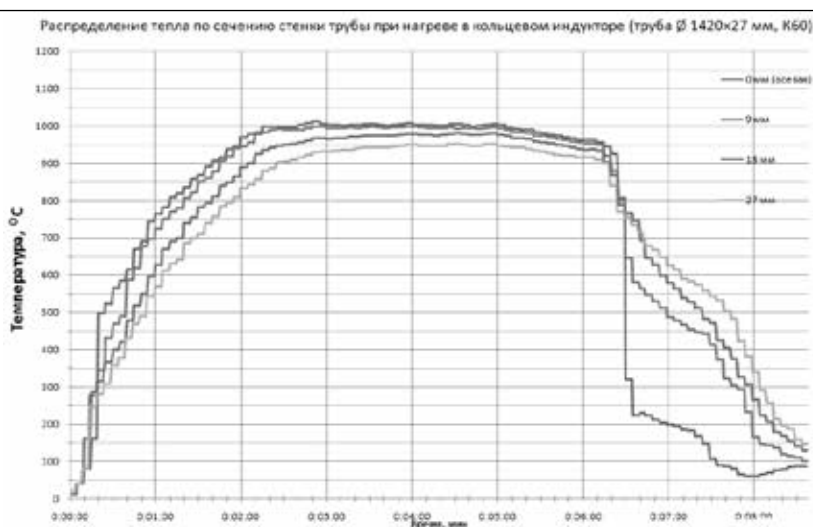


Рис. 1. Распределения температур по глубине стенки труб $\varnothing 1420 \times 27$ мм при индукционном нагреве и ускоренном охлаждении (измерения с помощью термопар ТХА, тип К)

Вид измеренного поля распределения температур в стенке трубы толщиной 27 мм приведен на *рис. 2* (конструкция индуктора показана произвольно).

Частота тока в индукторе и начальная скорость нагрева, прямо пропорциональная величине вкладываемой удельной мощности, во многом определяют конфигурацию температурного поля по сечению, а, следовательно, и конечную разность температур снаружи и внутри шва. Если подвод тепла осуществляется с одной стороны обечайки толстостенной трубы, то практически неизбежна некоторая разница в фактических температурах нагрева между ее наружной и внутренней стенками (*рис. 1, 2*). При таком способе индукционной термообработки следует стремиться к минимизации этой разности, но не допустить того, чтобы основной металл вне обрабатываемой зоны подвергался излишним структурным изменениям, приводящим к дополнительному разупрочнению. Ошибки при выборе частоты тока и/или начальной удельной мощности обычно приводят к тому, что не обеспечивается прогрев внутренней стороны шва до необходимой температуры, при этом чрезмерно широкой может стать зона нагрева наружной поверхности, поскольку с течением времени скорость распространения тепла вдоль оси труб может превысить скорость проникновения тепла вглубь шва.

Проведенные аналогичным способом (*рис. 1*) измерения температур по сечению трубы с толщиной стенки 16 мм на частоте тока индуктора 2,4 кГц показали, что разность температур между наружной и внутренней стенкой составляет не более 10 °С. Сравнение с результатом измерений при нагреве трубы со стенкой 27 мм показывает,

что при одной и той же частоте и времени выдержки разница в температурах на глубине 16–18 мм значительно отличается. Это объясняется тем, что в толстостенной трубе ниже измеренной точки еще находится значительный объем металла, который принимает тепло из верхних, нагретых участков. Поэтому при индукционном нагреве стыковых швов толстостенных труб важно понимание того, как выглядит распределение температурного поля по сечению стенки толстостенной трубы при применении различных конструкций индукторов – их работы на различных частотах тока, изменяющихся энергетических параметрах, условий окружающей среды.

Помимо применения существующих методик для оценки параметров индукционной системы, предназначенной для нагрева массивных тел, важная роль отводится экспериментальной работе, т.к. построение точной тепловой трехмерной модели поля является сложной в математическом отношении задачей в силу большого числа непрерывно меняющихся во времени переменных. На практике, при проектировании и экспериментальной проверке индукционных систем, для определения температурных полей часто используют термодары, с определенным шагом устанавливаемые вдоль оси трубы и по глубине ее стенки. В зависимости от желаемой точности измерений, число термодаров может достигать до нескольких десятков и даже сотен. Соответственно, на подготовку каждого такого эксперимента затрачивается много времени. Чтобы сократить число экспериментов, обращаются к построению многоуровневых математических моделей для анализа и прогнозирования комплекса характеристик вновь проектируемых систем, причем степень достоверности модели значительно повышается,

если в ней используются верифицированные данные, полученные в ходе экспериментальных проверок.

Существуют современные численные методы расчета, отличительной особенностью которых является возможность оценки сопротивления сред переменному току с учетом эффектов близости и вытеснения, в частности, позволяющие моделировать конфигурации тепловых полей через решение задачи распределения электромагнитных полей переменных токов. Наряду с применением оценочных расчетов индукционных систем по известным мето-

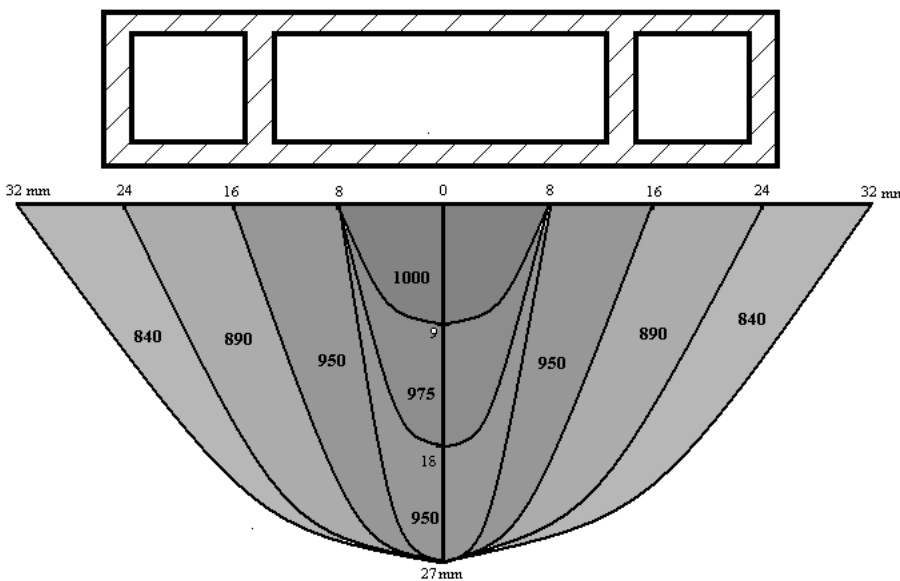


Рис. 2. Экспериментально измеренное поле распределения температур в стенке трубы толщиной 27 мм, при индукционном нагреве обечайки из трубной стали (ширина индуктора 50 мм, частота тока 2,4 кГц)

дикам, в т.ч. разработанной Институтом электросварки им. Е. О. Патона методике синтеза электромагнитных полей при заданной форме настила тока или удельной мощности на поверхности [3], возможно применение программных комплексов [4], реализующих численный метод конечных элементов для моделирования электромагнитных и тепловых полей. Для рассматриваемого нами случая можно применить комплекс «Elcut», где на первом этапе будет получено распределение электромагнитного поля в стенке трубы, обусловленного индуцируемыми в ней вихревыми токами. Затем геометрия задачи и данные, полученные при ее решении, передаются в новую, тепловую задачу. В ней мощности тепловыделения, определяемые омическими потерями, используются в качестве источников

тепла, т.е. рассчитываются в каждой точке «сетки», в которой известно значение плотности индуцированного тока, результатом чего является искомое поле распределения температур по сечению сварного шва. Для достоверного отображения картины теплового поля следует задаваться граничным условием третьего рода – конвекцией на границах модели (соответствующие коэффициенты теплоотдачи с поверхности нагреваемых участков должны быть предварительно определены экспериментально).

В качестве простого примера можно рассмотреть типичную индукционную систему (рис. 3), которая состоит из фрагмента обечайки трубы и охватывающего ее индуктирующего провода.

Для рассматриваемой задачи достаточно двумерной модели, которая может быть представлена в осесимметричной постановке: в разрезе трубы

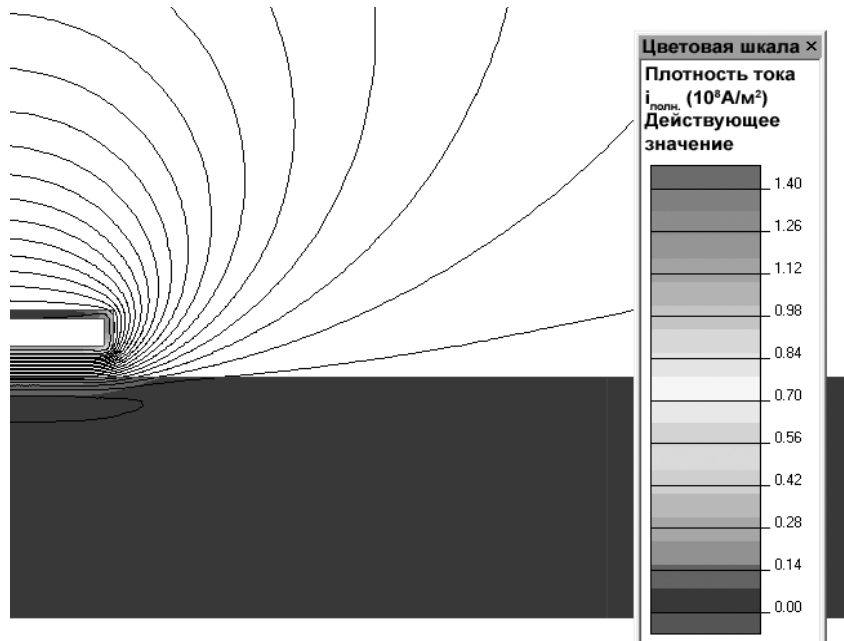


Рис. 4. Распределение магнитного поля вокруг индуктора и в стенке трубы (частота тока 2,4 кГц, сила тока 5 кА)

и индуктора плоскостью вдоль оси трубы и затем – поперек шва. Изолинии магнитного поля вокруг индуктора с током изображены на рис. 4.

Рассмотрим нагрев при частотах тока в индукторе 1,0 и 2,4 кГц при одном и том же значении действующего в нем тока.

В начале нагрева глубина индуцированного в стенку трубы настила тока сравнительно невелика и при частоте тока в индукторе 2,4 кГц составляет около 1,0 мм; при частоте тока 1,0 кГц – около 1,8 мм [5]. Однако, несмотря на сравнительно небольшую глубину, в этом слое выделяется большая тепловая мощность, достаточная для обеспечения интенсивного распространения тепла под индуктором вглубь металла за счет теплопроводности. По мере повышения температуры в зоне нагрева удельное сопротивление нагреваемого участка стали постепенно растет, в момент достижения

температуры, при которой металл переходит в немагнитное состояние (~700 °С), его удельное сопротивление скачкообразно возрастает в несколько раз и тогда глубина проникновения тока составляет порядка 10 мм при частоте тока 2,4 кГц и около 16 мм при 1,0 кГц.

Такое перераспределение индуцированного тока вызывает резкое снижение величины удельной мощности и сниже-

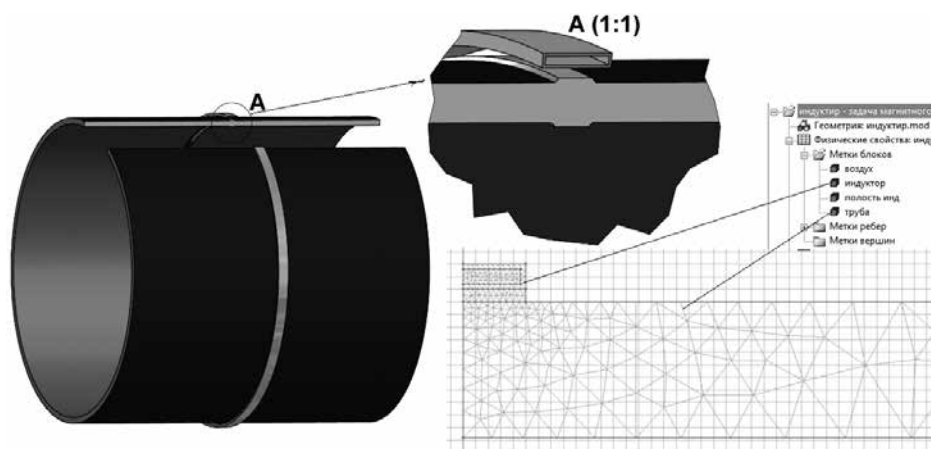


Рис. 3. Система «обечайка трубы – охватывающий индуктор» и ее расчетная модель в «Elcut» в осесимметричной постановке

ние темпа нагрева. После перехода металла верхнего участка трубы в немагнитное состояние, под ним нагревается следующий, пока еще магнитный участок и, таким образом, тепло проникает вглубь стенки трубы при непрерывно меняющемся сопротивлении на границе сред. Поскольку электромагнитное поле убывает из-за фактически увеличивающегося зазора между индуктирующим проводником и магнитным слоем стенки, то прогрев внутренней стороны стенки трубы толщиной свыше 16 мм происходит преимущественно за счет теплопроводности.

При переходе на другие толщины и диаметры рассматриваемых труб можно говорить о том, что частота тока индуктора не зависит от внешнего диаметра трубы, поскольку толщина стенки трубы всегда несоизмеримо меньше наружного диаметра трубы: $\delta_{тр} \ll D_{тр}$, где $\delta_{тр}$ — толщина стенки трубы; $D_{тр}$ — диаметр трубы.

Поэтому если для нагрева металла трубы с какой-либо толщиной определена оптимальная величина частоты тока в индукторе, то производится оценка погонной (удельной) мощности нагрева. Затем эта погонная мощность учитывается при расчете установленной электрической мощности источника питания для нагрева трубы любого диаметра. Основная потребляемая мощность при цикле термообработки приходится на начальный нагрев при подъеме температуры; необходимо также иметь запас мощности при переходе металла в немагнитное состояние для поддержания интенсивности нагрева (высокой плотности тока) в новом объеме — активную мощность нужно будет увеличить, поскольку она связана с глубиной проникновения тока соотношением:

$$P \sim S \frac{\delta_{тр}^2 \cdot \rho \cdot \Delta k}{4}$$

где $\Delta k = \frac{0,5}{\sqrt{f}}$ — оценочная глубина проникновения тока в сталь, нагретую выше точки Кюри; f — частота, Гц; S — площадь нагрева; ρ — удельное сопротивление стали.

На *рис. 5* изображено распределение плотности индуктированного тока в стенке трубы под индуктором. Частота тока в индукторе 2,4 и 1,0 кГц, сила тока 5 кА, толщина стенки трубы 27 мм, ширина индуктора 50 мм. Моделирование учитывает изменяющуюся магнитную проницаемость металла трубы при переходе через точку Кюри. Видно, что при более низкой частоте глубина проникновения тока в сталь больше, соответственно больше величина тепловыделения на одном и том же расстоянии от наружной стенки трубы. В частности, при частоте тока в индукторе 1 кГц, на глубине 10 мм плотность индуктированного тока выше в 1,3 раза, а тепловыделение больше почти в 1,9 раза, несмотря на то, что плотность тока у поверхности при частоте 1 кГц значительно ниже.

Результат решения задачи теплопередачи, связанной с предыдущей электромагнитной задачей, показан на *рис. 6*. Изображены распределения тепловых полей в стенке трубы, при этом с понижением частоты и одинаковой величине тока в индукторе, тепло интенсивнее распространяется вглубь металла, но температура в наружном приповерхностном слое ниже, чем при частоте 2,4 кГц.

Для повышения интенсивности нагрева под индуктором применяют магнитопроводы, состоящие из набора стальных пластин с высокой магнитной проницаемостью либо представляющие блок-конструктив из ферромагнитных материалов (*рис. 7*). Например, применение дополнительного магнитопровода-сердечника из трансформаторной стали на индуктирующем проводе позволяет изменить распределение индуктированного тока на поверхности изделия.

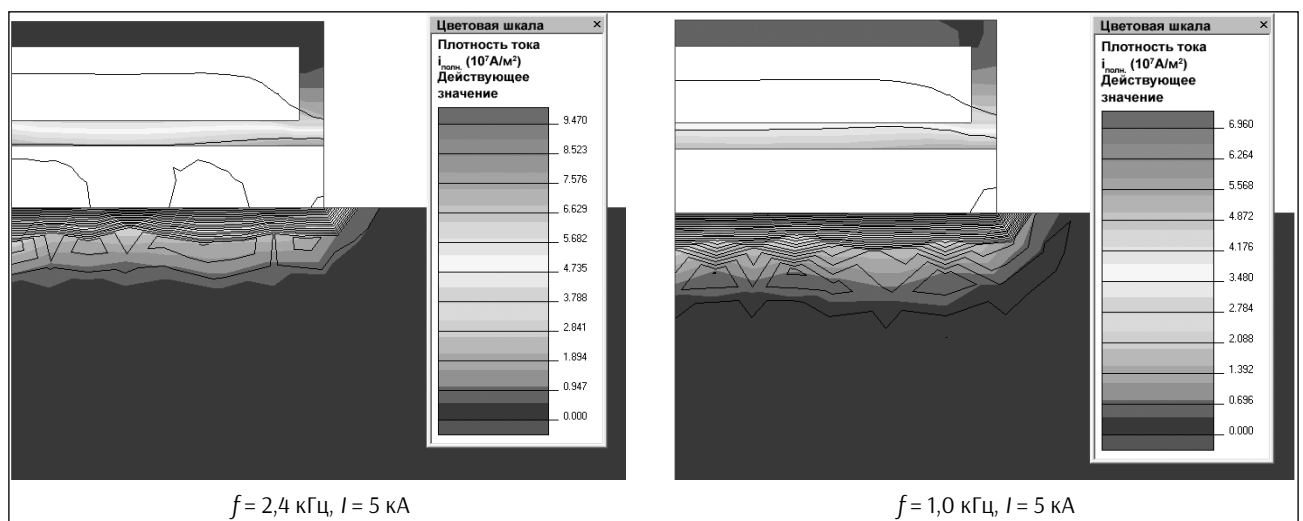


Рис. 5. Распределение плотности тока в стенке трубы под кольцевым одновитковым индуктором при одинаковой величине действующего тока в индукторе, при различных частотах

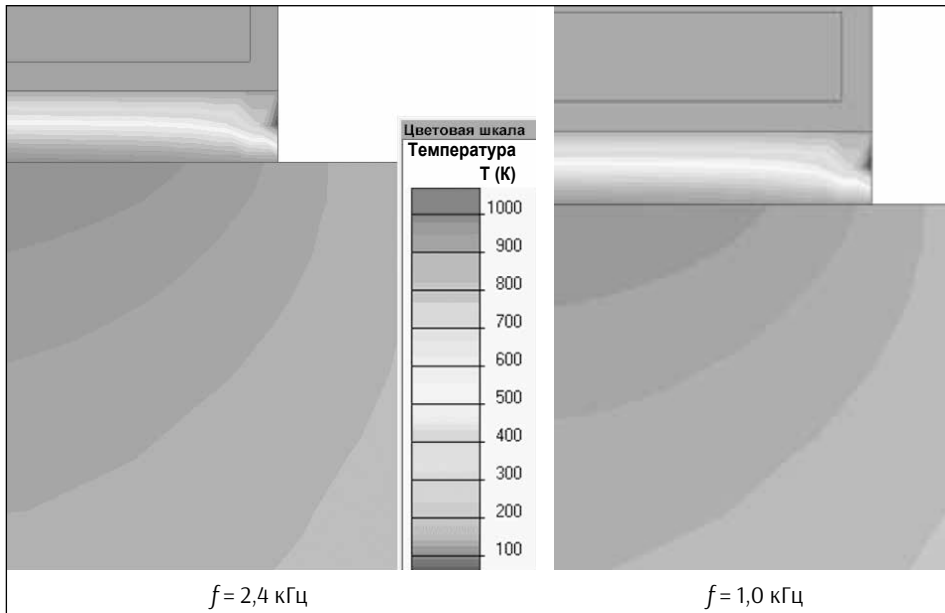


Рис. 6. Распределение тепловых полей в стенке трубы под кольцевым одновитковым индуктором при различных частотах

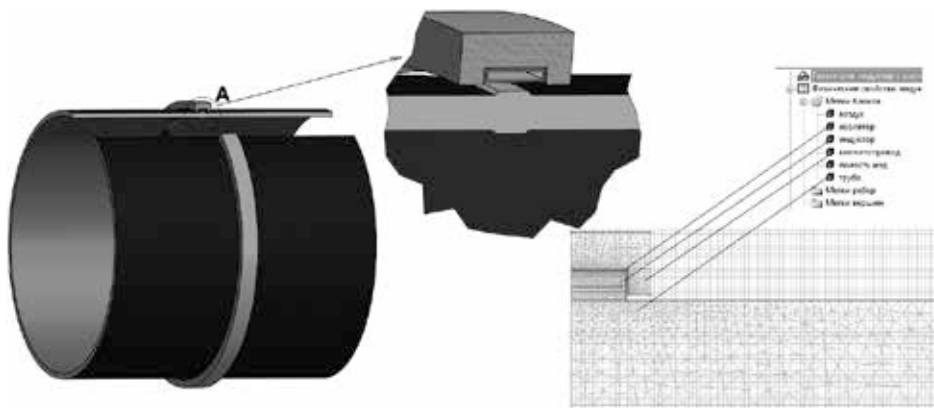


Рис. 7. Индукционная система – обечайка трубы с охватывающим индуктором с магнитопроводом и ее расчетная модель в осесимметричной постановке

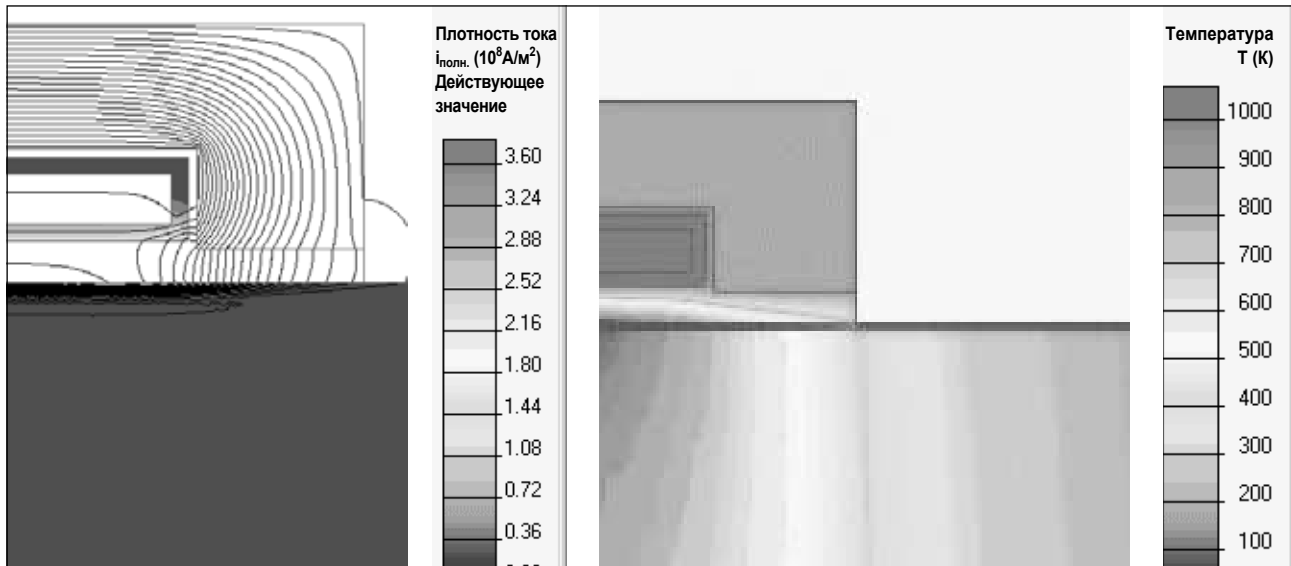


Рис. 8. Распределение электромагнитного и теплового полей в стенке трубы под условной конструкцией индуктора, оснащенного магнитопроводом из стали с высокой магнитной проницаемостью ($f = 2,4$ кГц, $I = 5$ кА)

Картина резкого изменения теплового поля, из-за вытеснения тока к пазу магнитопровода и резкого повышения его плотности под индуктором, представлена на рис. 8.

Такой явно выраженный эффект обусловлен тем, что магнитное поле с обратной стороны магнитопровода пренебрежимо мало. В результате создается основное поле нагрева, определяемое шириной паза магнитопровода, что проявляется в форме полосы с резко очерченными границами. В технологическом отношении такое обстоятельство вместе с высокой скоростью нагрева способствует процессу повторной перекристаллизации в границах необходимого объема металла сварного шва.

Приведенная расчетная модель прошла экспериментальную проверку. Для этого были спроектированы и изготовлены опытные модели индукторов для поверхностной термообработки сварных швов темплетов труб

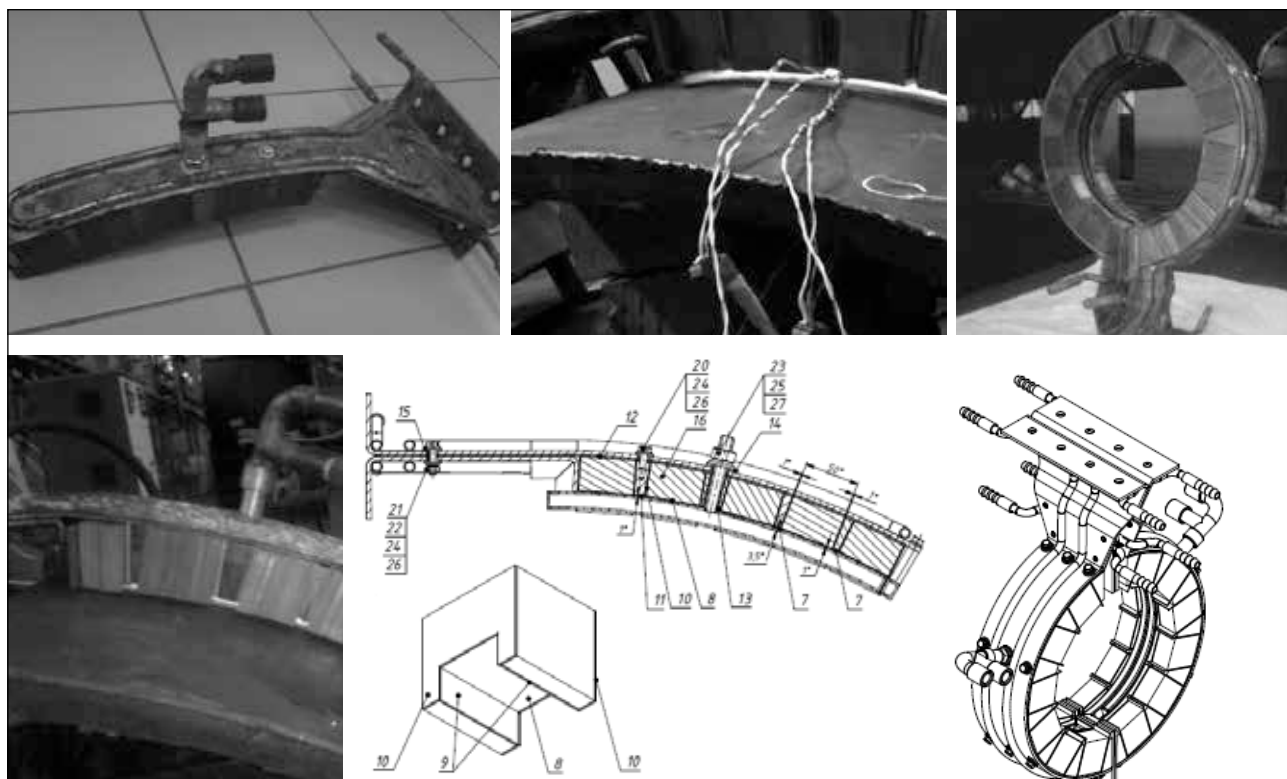


Рис. 9. Индукторы, оснащенные магнитопроводами, для ускоренной индукционной термообработки сварных швов труб

Ø 1219–1420 мм трубной стали 10Г2ФБ, К60 и обсадных труб Ø 219 мм, с встроенными спреями ускоренного охлаждения зоны нагрева (рис. 9). Экспериментальная работа проводилась на стенде, позволяющем моделирование разнообразных индукционных систем в диапазоне частот тока от 1 кГц до 10 кГц мощностью до 200 кВА для решения задач локального нагрева как криволинейных, так и плоских поверхностей. При этом на практике подтвердилось соответствие применяемого метода анализа электромагнитных и тепловых полей, реальным условиям индукционной термообработки.

На основании изложенного выше можно сформулировать следующие выводы.

1. Для проектирования, анализа и прогнозирования комплекса характеристик индукционных систем, целесообразно прибегать к построению математических моделей связанных электромагнитных и тепловых полей. Существующие пакеты программного обеспечения, оснащенные приложениями, использующими метод конечных элементов для моделирования электромагнитных и тепловых полей, позволяют получить визуальное представление о распределении электромагнитного поля, в частности, в стенке нагреваемой трубы, а также осуществить построение картины теплового поля в нагреваемом объекте.

2. Применение компьютерного моделирования индукционных систем с решением совмещенной электромагнитной и тепловой задачи позволяет

свести к минимуму время разработки индукционных нагревателей для самого широкого круга приложений.

Литература

1. Кучук-Яценко С.И., Швец Ю.В., Хоменко В.И. и др. Технология термической обработки соединений труб из стали класса прочности К56, выполненных контактной стыковой сваркой оплавлением. — Автоматическая сварка. — 2013. — № 2. — С. 3–8.
2. Кучук-Яценко С.И., Лебедев В.К., Скульский Ю.В. и др. Местная термообработка стыковых сварных соединений газопроводных труб диаметром 1420 мм. — Автоматическая сварка. — 1977. — № 10. — С. 38–40.
3. Письменный А.С. Индукционный нагрев для сварки и родственных технологий / Под ред. Б.Е. Патона. — К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 2005. — С. 16–20.
4. ELCUT. Моделирование электромагнитных, тепловых и упругих полей методом конечных элементов. Версия 6.0. Руководство пользователя. — СПб: ООО «Тор», 2013. — 295 с. URL: http://elcut.ru/free_doc_r.htm.
5. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева. — Л.: Энергия, 1974. — С. 9, 15.

Особенности контактной конденсаторной сварки разнородных металлов в приборостроении

В.И. Вайнштейн, ОАО НПК «Северная Заря»,
Н.Я. Смирнов, П.Д. Федоров, ЗАО «Технолог-С» (Санкт-Петербург)

Для приборостроения характерна сварка деталей малых толщин из разных металлов и сплавов в различных сочетаниях. Малые толщины свариваемых материалов требуют относительно небольших сварочных токов при коротком импульсе сварочного тока, часто режимы сварки весьма критичны и требуют строгого соблюдения величины и длительности сварочного тока. Жесткие требования предъявляются также к величине сварочного усилия, однако в настоящей статье рассматриваются только электрические параметры сварки деталей.

Указанные характеристики можно получить, используя различные источники сварочного тока. Практическую реализацию получили источники, которые запасают энергию в батарее конденсаторов — конденсаторные машины, и в магнитном поле — импульсные машины, последние в незначительном объеме. В последнее время для получения коротких импульсов сварочного тока находят применение машины с промежуточным звеном повышенной частоты, называемые также инверторными.

Контактная конденсаторная сварка нашла широкое применение в приборостроении благодаря малому энергопотреблению, стабильному тепловыделению в зоне сварки, а также возможности получения соединений из разнотолщинных и разнородных металлов и сплавов.

К особенностям конденсаторных машин относится униполярная форма импульса, т.е. сварочный ток не меняет полярности, в отличие от сварки на переменном токе. Поэтому говорят о полярности сварочных электродов — «положительный» и «отрицательный». В инверторных машинах униполярность сварочного импульса обеспечивается выпрямлением сварочного тока.

Униполярный импульс дает во многих случаях, особенно при сварке в приборостроении, дополнительные технологические возможности — позволяет сваривать детали, которые на переменном токе сварить не удастся.

Одной из основных причин при этом считается эффект Пельтье, который внешне проявляется в нагревании контакта разнородных металлов при прохождении тока в одну сторону и охлаждении

этого контакта при смене направления тока на обратное. В зависимости от самих материалов и их сочетания величина эффекта Пельтье может значительно изменяться.

Коэффициент Пельтье $k_{\text{П}}$ пропорционален коэффициенту термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС) $k_{\text{ТЭ}}$ и абсолютной температуре T (шкала Кельвина) на границе раздела разных материалов:

$$k_{\text{П}} = k_{\text{ТЭ}} \times T$$

Значения коэффициента $k_{\text{ТЭ}}$ для некоторых сочетаний свариваемых металлов приведено в табл. 1* [1].

Таблица 1. Значение коэффициента термоэлектродвижущей силы $k_{\text{ТЭ}}$

Металл	$k_{\text{ТЭ}}$, мкВ/К	
	Железо	Медь
Алюминий	–	3,6
Алюмель	32,0	20,0
Вольфрам	11,0	0,4
Иридий	12,0	1,1
Константан	53,0	41,0
Копель	53,0	41,0
Магний	–	3,2
Медь	11,4	0
Молибден	6,5	4,4
Никель	34,0	24,0
Нихром	34,0	21,0
Тантал	14,5	2,6
Серебро	11,5	0,5
Цинк	11,0	0,1

* Таблица 1 взята из книги [1]. В дальнейшем эта таблица без дополнений включалась в ряд печатных изданий.

Тепло Пельтье (обусловленное эффектом Пельтье) пропорционально коэффициенту Пельтье и величине протекающего через контакт тока в первой степени, в отличие от тепла Джоуля-Ленца, которое пропорционально току во второй степени и не зависит от направления тока. А тепло Пельтье, в зависимости от направления тока, суммируется с Джоулевым теплом или вычитается из него.

Однако, влияние эффекта Пельтье на процесс контактной сварки заключается не только в дополнительно выделяемом (поглощаемом) тепле. В этом случае можно было бы компенсировать потерю/избыток тепла корректировкой величины тока. В действительности с точки зрения технологии сварки при учете эффекта Пельтье решающее значение имеет направление прохождения тока.

Опытный технолог при отработке режимов сварки деталей из НП-2, 1Х18Н9Т, 29НК, МН19, МНЦ-15, МНЦ-20 с деталями из БрБ2, Сталь 20 ищет, где расположен никель, и устанавливает эту деталь на электрод с отрицательной полярностью, чтобы энергичные электроны никеля подходили к сварочному стыку. Известен также сильный эффект Пельтье при сварке серебряных сплавов с деталями из мельхиора и нейзильбера.

Из *табл. 1* видно, что никель в паре с железом и медью имеет высокий $k_{ТЭ}$ и, соответственно, коэффициент Пельтье, что полностью согласуется с выводами многолетней технологической практики.

Коэффициент Пельтье не всегда известен (особенно при сварке сплавов). Но даже расширение перечня материалов в *табл. 1* не даст существенной помощи практичным технологам, гораздо важнее осознанно подходить к учету проявления эффекта Пельтье при сварке разнородных материалов. Любой теоретически рассчитанный режим сварки не может быть внедрен в производство без его отработки на практике сначала в лабораторных, а затем в цеховых условиях.

Учет эффекта Пельтье в производстве не всегда удается решить простым способом — расположением детали из «критичного» материала на электроде требуемой полярности. Часто при сварке деталей используют сборочно-сварочную оснастку, конструкция которой обусловлена особенностями свариваемого узла. Обычно сварочная оснастка спроектирована с привязкой не к полярности электрода, а к столу машины, и перевернуть свариваемый узел с оснасткой невозможно. При проектировании оснастки особое внимание уделяют расположению при сварке детали с меньшей массой со стороны подвижного электрода. В стационарных машинах подвижным является верхний электрод, нижний — неподвижный. В случае расположения более легкой детали на нижнем электроде возрастет инерционность приложения усилия и снижается ускорение перемещения верхней детали из-за увеличения ее массы, как бы ни мала была эта разница в массах деталей в абсолютном измерении (хотя по отношению к массам деталей разность может исчисляться весьма значительными процентами. Например, массы деталей 1 г и 0,5 г, абсолютная разница всего 0,5 г, но по отношению к массе более легкой детали это 100%). Вследствие этого нарушается режим сварки, появляется выплеск, приводящий

к браку сварного соединения. Кроме того, для удобства сборки часто приходится располагать деталь с большими габаритами внизу, чтобы иметь визуальный контроль за взаимным расположением деталей.

С учетом указанных требований к ориентированию деталей на электродах при сварке, для обеспечения «правильного» (с учетом эффекта Пельтье) направления сварочного тока необходимо иметь возможность смены полярности сварочного импульса.

Основная масса контактных машин — конденсаторные ТКМ-7, ТКМ-14, ТКМ-15, СМС-4, СМС-5, СМС-6, УК-03, УК-04, а также инверторная «Частота-4» и др. — не имеют переключателей полярности сварочного импульса, что создает определенные трудности.

В случае серийного производства при необходимости в цехах перебирают первичную схему сварочного трансформатора и получают из обычных установок прямой полярности установки с обратной полярностью.

Для мелкосерийного производства, технологических и экспериментальных работ этот способ перевода одной полярности в другую нерационален, поскольку требует затрат времени и привлечения дополнительного персонала — наладчика, допущенного к обслуживанию электрических цепей сварочной машины.

Для обеспечения возможности оперативного изменения полярности сварочного импульса была предложена новая электрическая схема конденсаторного источника, обеспечивающая оперативную смену полярности сварочного тока поворотом рукоятки переключателя. При этом меняется полярность подключения цепи разряда батареи конденсаторов к первичной обмотке сварочного трансформатора. По этой схеме был разработан и выпускается ЗАО «Технолог-С» конденсаторный источник ИП-1.2 (*рис. 1*), которым могут комплектоваться



Рис. 1. Конденсаторный источник ИП-1.2 для машин контактной сварки

имеющиеся на предприятиях приборостроения сварочные машины типа СМС.

В отличие от ранее принятых схем, где батарея конденсаторов заряжается от сети непосредственно в цикле сварки, источник ИП-1.2 обеспечивает заряд батареи в промежутках между сварками до заданного напряжения, чем обеспечивается повышенная стабильность сварочного тока. Кроме того, в ИП-1.2 реализованы следующие функции:

- индикация подключения к сети;
- индикация достижения установленного уровня заряда;
- индикация прохождения импульса тока;
- индикация произошедшего отказа;
- индикация напряжения батареи конденсаторов цифровым вольтметром в реальном режиме времени;
- возможность пропускания предварительного подогревающего импульса сварочного тока;
- настройка величины напряжения заряда в грубом и точном диапазоне.

Основные характеристики источника ИП-1.2 приведены в *табл. 2*.

Таблица 2. Основные характеристики источника ИП-1.2

Наименование	Значение
Напряжение питания частотой 50 Гц, В	220
Емкость батареи конденсаторов, мкФ	650
Напряжение заряда батареи конденсаторов, В	200–900
Наибольший потребляемый ток, А	5
Максимальный ток нагрузки при сварке, А	100
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	675x205x650
Масса, кг	50

Конденсаторный источник ИП-1.2 выпускается не только для комплектации имеющихся машин контактной сварки. ЗАО «Технолог-С» выпускает также комплектные машины СМС-6 и СМС-4 с этим источником (*рис. 2*).

Эффект Пельтье проявляется также на границе раздела твердой и жидкой фазы одного и того же металла, а в процессе контактной сварки — между твердым металлом детали и расплавленным металлом литого ядра. При сварке легких сплавов на машинах постоянного (выпрямленного) тока типа МТВ наблюдается смещение ядра в одну из деталей. При сварке разнотолщинных деталей эффект Пельтье можно использовать для равномерного проплавления обеих деталей. При сварке в приборостроении однородных разнотолщинных материалов на конденсаторных машинах также полезно учитывать этот эффект, хотя благодаря малым временам протекания сварочного тока этот эффект проявляется в меньшей степени, чем при сварке деталей больших толщин.



Рис. 2. Конденсаторная машина СМС-6 с источником ИП-1.2

Для сравнительного анализа проявления эффекта Пельтье при сварке однородных материалов можно воспользоваться таблицей значений коэффициента Пельтье для границ твердой и жидкой фазы некоторых металлов (*табл. 3*):

Таблица 3. Значения коэффициента Пельтье k_p для твердой и жидкой фаз

Металл	Al	Zn	Mg	Be	Ni	Cu	Fe	Ag
k_p , мВ	5,4	5,6	8,7	12,5	18,3	19,2	21,0	21,0

Следует учитывать, что свариваемость разнородных материалов определяется не только эффектом Пельтье. Удовлетворительной теории, объясняющей возможность или невозможность контактной сварки однородных и разнородных материалов, в настоящее время нет. Однако на основании многолетних работ в области конденсаторной сварки материалов малых толщин В. Э. Моравским и Д. С. Вороной [2] была составлена таблица свариваемости различных сочетаний металлов и сплавов, многие из которых применяются в приборостроении (*табл. 4* [2]).

Книга [2] является наиболее полным русскоязычным изданием по вопросам конденсаторной контактной сварки. В книге подробно рассмотрены вопросы теории конденсаторной сварки, технологии, а также оборудование, применявшееся на заводах к моменту выхода книги. Книга может быть полезна специалистам — технологам в области контактной сварки деталей малых толщин в приборостроении и родственных отраслях промышленности, а также специалистам в области эксплуатации конденсаторных контактных машин малой мощности.

Исходя из изложенного выше, можно сделать следующие выводы:

1. Контактная сварка деталей в приборостроении имеет свою специфику в связи с малыми толщинами свариваемых деталей и разнообразием сочетаний свариваемых материалов и толщин.

Таблица 4*. Свариваемость металлов и сплавов

№	Металл, сплав	С каким металлом (сплавом) сваривается (цифра соответствует порядковому номеру в графе 1)
1	Алюмель	1*, 71*
2	Алюминий А99	2, 3, 4, 5, 6, 13*
3	Алюминий А993	3, 2, 4, 5, 6, 13*
4	Алюминий А995	4, 2, 3, 5, 6, 13*
5	Алюминиевые сплавы типа АМг	5, 2, 3, 4, 6, 13*
6	Алюминиевые сплавы типа АМц	6, 2, 3, 4, 5, 13*
7	Алюминированное железо	7*, 14*, 22*, 38*, 50*, 59*–63*, 65*
8	Бронзы бериллиевые	8, 9, 10, 15–18, 22, 23*, 25, 26*–28*, 31*, 33*, 36, 37*, 38*, 40*, 41–44, 45–49, 54–57, 61*, 63*, 68*, 69*, 71*
9	Бронзы оловянно-фосфористые	9, 8, 10, 15–18, 22*, 23*, 25, 26*–28*, 31*, 33*, 36, 37*, 38, 40*, 41–44, 45–49, 54–57, 61*, 63*, 68*, 69*, 71*
10	Бронзы оловянно-цинковые	10, 8, 9, 15*–18*, 22*, 23*, 25, 26*–28*, 31*, 33*, 36, 37*, 38, 40*, 41–44, 46–49, 54–57, 61*, 63*, 68*, 69, 71*
11	Ванадий	11*, 39*, 64*–66*
12	Вольфрам	12*, 38*, 39*, 51*, 64*
13	Дуралюмин	13*, 2*–6*
14	Железо «Армко»	14, 7*, 34*, 40*, 50
15	Золото	15, 8–10, 16–18, 20, 22, 25, 26*, 27*, 32*, 33*, 36, 38, 41–44, 46–49, 54*–57*
16	Золото-никелевые сплавы	16, 8–10, 15, 17–18, 20, 22, 25, 26*, 32*, 33*, 36, 38, 41–44, 46–49, 54*–57*
17	Золото-платиновые сплавы	17, 8–10, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 26*, 32*, 33*, 36, 38, 41–44, 46–49, 54*–57*
18	Золото-циркониевые сплавы	18, 8–10, 15–17, 20, 22, 25, 26*, 32*, 33*, 36, 38, 41–44, 46–49, 54*–57*
19	Инвар	19, 36*–38*, 40*, 61*, 63*, 68*
20	Иридий	20, 15–18
21	Кадмий	21*
22	Ковар	22, 7*, 8–10, 15–18, 23*, 25*, 31*, 36, 38, 45*–49*, 50, 60*–63*, 68*, 71*
23	Константан	23, 8*–10*, 25*, 31*, 33*, 36*, 38*, 40*, 45*, 59*–63*, 68*, 69*
24	Копель	24
25	Латунь Л63	25, 8–10, 15–18, 22*, 23*, 26*–28*, 31*–33*, 36*, 38*, 40*, 41–44, 46*–49*, 50*, 54–57
26	Латунь Л68	26, 8*–10*, 15*–18*, 22*, 25*, 27*, 28*, 31*–33*, 36*, 38*, 41*–44*, 46*–50*, 54*–57*
27	Латунь Л80	27, 8*–10*, 15*–18*, 22*, 25*, 26*, 28*, 31*–33*, 36*, 38*, 41*–44*, 46*–50*, 54*–57*
28	Латунь Л90	28*, 8*–10*, 15*–18*, 25*–27*
29	Латунь ЛС59	(29), (71)
30	Магниевые сплавы типа МА	30*
31	Манганин	31*, 8*–10*, 22*, 23*, 25*–28*, 33*, 36*, 38*, 40*, 45*, 60*–63*, 68*, 69*, 71*, 74*
32	Медь	32*, 15*–18*, 25*–27*, 34*, 39*, 50*, 64*
33	Мельхиор	33, 8–10, 15–18, 23*, 25*–27*, 31*, 36*–38*, 40*, 61*, 63*, 68*, 71*
34	Молибден	34*, 14*, 32*, 38*, 39*
35	Монель-металл	35*
36	Нейзильбер	36, 8–10, 15–18, 19*, 22*, 23*, 25*–27*, 31*, 33*, 37*, 38, 40*, 45*, 54*–58*, 61*, 63*, 68*, 69*, 71*
37	Никелин	37, 8*–10*, 19*, 33*, 36*, 38*, 40*, 45*, 61*, 63*, 68*, 69*, 71*
38	Никель	38, 7*, 8*–10*, 12, 15–18, 19*, 22, 23*, 25*–27*, 31*, 33*, 34*, 36*, 37*, 39*, 40*, 45*, 50, 59*–63*, 68*, 69*, 71*, 74*
39	Ниобий	39*, 11*, 12*, 32*, 34*, 38*, 65*, 73*
40	Нихром	40, 8*–10*, 14*, 19*, 23*, 25*, 31*, 36*–38*, 45*, 61*, 63*, 68*, 69*, 71*, 74*
41	Палладий	41, 8–10, 15–18, 25, 26*, 27*, 42*–44*, 46*–49*, 54*–57*
42	Палладиево-иридиевые сплавы	42, 8–10, 15–18, 25, 26*, 27*, 41*, 43*, 44*, 46*–49*, 54*–57*
43	Палладиево-медные сплавы	43, 8–10, 15–18, 25, 26*, 27*, 41*, 42*, 44*, 46*–49*, 54*–57*

44	Палладиево-никелевые сплавы	44, 8–10, 15–18, 25, 26*, 27*, 41*–43*, 46*–49*, 54*–57*
45	Пермаллой	45, 8–10, 22, 23*, 31*, 36*–38*, 40*, 61*, 63*, 69*
46	Платина	46, 8–10, 15–18, 22*, 25*–27*, 41*–44*, 47–49, 54*–57*, 61*, 63*
47	Платиново-иридиевые сплавы	47, 8–10, 15–18, 22*, 25*–27*, 41*–44*, 46, 48–49, 54*–57*, 61*
48	Платиново-никелевые сплавы	48, 8–10, 15–18, 22*, 25*–27*, 41*–44*, 46, 47, 49, 54*–57*, 61*
49	Платиново-родиевые сплавы	49, 8–10, 15–18, 22*, 25*–27*, 41*–44*, 46–48, 54*–57*, 61*
50	Платинит	50, 7*, 14, 22, 25*–27*, 32*, 38, 59–63
51	Рений	51, 12
52	Родий	52
53	Свинец	53*
54	Серебро	54, 8–10, 15*–18*, 25, 26*, 27*, 36, 41*–44*, 46*–49*, 55–57
55	Серебряно-медные сплавы	55, 8–10, 15*–18*, 25, 26*, 27*, 36, 41*–44*, 46*–49*, 54, 56, 57
56	Серебряно-палладиевые сплавы	56, 8–10, 15*–18*, 25, 26*, 27*, 36, 41*–44*, 46*–49*, 54, 55, 57
57	Серебряно-платиновые сплавы	57, 8–10, 15*–18*, 25, 26*, 27*, 36, 41*–44*, 46*–49*, 54–56
58	Сормайт	58, 36*, 61*
59	Стали алитированные	59, 7*
60	Стали жаропрочные	60, 7*, 22*, 23*, 31*, 38*, 50, 61*–63*
61	Стали коррозионно-стойкие	61, 7*–10*, 19*, 22*, 23*, 31*, 33*, 36*, 37*, 38*, 40*, 45*, 46*–49*, 50, 58, 62*, 63*
62	Стали низколегированные	62*, 7*, 22*, 23*, 31*, 38*, 50, 61*, 63
63	Стали низкоуглеродистые	63, 7*, 8*–10*, 19*, 22*, 23*, 31*, 33*, 36*, 37*, 38*, 40*, 45*, 46*–49*, 50, 62
64	Тантал	64*, 11*, 12*, 32*, 39*, 65*, 66*
65	Титан	65, 7*, 11*, 39*, 64*, 66*
66	Титановые сплавы	66, 7*, 11*, 39*, 64*, 65*
67	Торий	67*
68	Ферронихром	68*, 8*–10*, 19*, 22*, 23*, 31*, 33*, 37*, 38*, 40*, 69*, 71*
69	Фехраль	69*, 8*–10*, 23*, 31*, 36*–38*, 40*, 45*, 68*, 71*
70	Хром	70*
71	Хромель	71*, 1*, 8*–10*, 22*, (29), 33*, 36*–38*, 40*, 68*, 69*
72	Цинк	72*
73	Цирконий	73*, 39*
74	Элинвар	74, 31*, 38*, 40*

Примечания: 1. Данные таблицы составлены главным образом на основании исследований по технологии точечной и рельефной конденсаторной микросварки, но во многом могут быть использованы применительно к сварке такими же способами металлов и сплавов толщиной 0,8–2,5 мм. 2. Приняты следующие показатели свариваемости: цифры без звездочки – хорошая; цифры со звездочкой – удовлетворительная; цифра без звездочки в круглых скобках – неудовлетворительная. 3. Алюминий и его сплавы не свариваются ни с одним из перечисленных в ней металлов и сплавов, но чтобы упростить построение таблицы, данные о такой неудовлетворительной свариваемости в ней не приводятся.

*Таблица 4 взята из книги [2].

2. Требуемые для сварки короткие униполярные импульсы получают на конденсаторных машинах; в последнее время началось использование инверторных машин с выпрямлением сварочного тока.

3. При проектировании оснастки для контактной сварки в приборостроении следует со стороны подвижного электрода располагать более легкую деталь; со стороны верхнего электрода располагать деталь с меньшими габаритами для обеспечения визуального контроля.

4. При сварке разнородных материалов необходимо учитывать полярный эффект Пельтье.

5. Для контактной сварки в приборостроении желательно иметь машину с источником униполярного сварочного тока, обеспечивающим возможность оперативной смены направления прохождения сварочного тока.

Литература

1. Кочергин К. А. Импульсная контактная сварка, Л., Лениздат, 1961.

2. Технология и оборудование для точечной и рельефной конденсаторной сварки // Моравский В. Э., Ворона Д. С. – Киев: Наукова думка, 1985. – 272 с.

● #1731

Сварочные агрегаты DENYO: практика применения и реальные преимущества

Компания DENYO CO. LTD (Япония) — мировой лидер по производству высокотехнологичных дизельных сварочных агрегатов и электростанций, с успехом поставляющая свое оборудование более чем в 130 стран мира. Сварочные агрегаты DENYO незаменимы в полевых условиях и в местах, где отсутствует или трудноосуществимо электроснабжение. Данная техника уже более десяти лет активно применяется и в Украине. В данной статье мы расскажем о ключевых преимуществах агрегатов Denyo и вариантах его использования у нас в стране.

Дизельные сварочные агрегаты DENYO — это современное высокопроизводительное оборудование, позволяющее работать как в режиме ручной дуговой сварки, так и в полуавтоматическом режиме без подключения к электросети или к другим источникам электрического тока. Более того, эти агрегаты сами по себе выступают источниками переменного тока, обеспечивая стабильное выходное напряжение для подключения дополнительного оборудования, необходимого для проведения сварочных работ в полевых условиях (прожектор для освещения места сварочных работ, шлифовальная машина, печь для прокаливания электродов и т.д.) Они находят широкое применение в самых разных сферах деятельности — от нефтегазовой отрасли до ремонта и строительства промышленных объектов, и успешно эксплуатируются в любых климатических условиях.

Все больше промышленных предприятий в Украине приобретают одно- и двухпостовые сварочные агрегаты DENYO, выбирая их за простоту в эксплуатации, надёжность и бесперебойность даже в сферах с высокими требованиями к качеству и безопасности выполнения работ (в нефтегазовой отрасли, на химических и взрывоопасных производствах, в нефтепереработке и т.д.), низкий расход топлива и большой моторесурс двигателя, быструю окупаемость, возможность работать в режиме электростанции, низкий уровень шума, небольшой вес и компактные габаритные размеры.

Сегодня на украинском рынке наиболее востребованы такие модели дизельных сварочных агрегатов DENYO: однопостовой DLW-300LS, двухпостовые DLW-400LSW и DCW-480ESW EVO III LIMITED EDITION. О различиях между этими моделями мы поговорим далее на примерах их использования в разных отраслях, а сейчас выделим общие для всех агрегатов преимущества.

Общие характеристики, свойственные сварочным агрегатам DENYO всех моделей.

- **Использование IGBT-транзисторов.** Все без



Сотрудник ПАО «Укртрансгаз» за работой со сварочным агрегатом Denyo DCW-480ESW.

Фотография с сайта ПАО «Укртрансгаз»: www.utg.ua

исключения агрегаты DENYO отличаются от аналогов тем, что в схеме управления используют IGBT-транзисторы. Встроенный в блок управления микропроцессор анализирует ток на сварочных клеммах, напряжение, режим сварочного тока (жёсткая дуга, мягкая), а также силу тока. Совокупность полученных данных даёт возможность процессору мгновенно изменять форму и силу тока на выходных клеммах, обеспечивая стабильные выходные параметры, что гарантирует высокое качество сварки. Такая система управления является авторской разработкой DENYO и защищена Патентом стабильности сварочных характеристик № JP11170046.

- **Блок защиты**, который также входит в систему управления, следит за температурой и током управляющих силовых каскадов агрегатов, защищая их от перегрева и выхода из строя по причине превышения силы тока.
- **Блок AVR** (автоматического регулирования напряжения) — установлен на каждом агрегате для стабилизации и регулирования выходного напряжения переменного тока на линейном выходе агрегата в зависимости от нагрузки, частоты оборотов генератора и других факторов, влияющих на стабильность напряжения.
- **Экономичный режим работы** — e-mode — снижает потребление топлива и уровень шума. В дизельных сварочных агрегатах DENYO предусмотрено три варианта экономичных режимов («изменяющийся», «высокие/низкие обороты», «низкие обороты»), в зависимости от токовой нагрузки и режима сварочных работ. Это позволяет оптимизировать расход топлива и увеличить моторесурс двигателя. При перерывах в сварочных работах или при малой нагрузке,

агрегат автоматически переключается на холостые обороты. Технология авторская и защищена патентом № JP 2003305570.

- **Низкий уровень шума**, позволяющий комфортно проводить работы в городских условиях, в т.ч. в ночное время суток, что очень важно при работе в городских условиях, особенно в спальных районах.
- **Лучшие показатели производительности!** Все агрегаты могут работать при продолжительности включения ПВ=100%.
- **Использование двух независимых обмоток** на альтернаторе позволяет исключить взаимовлияние постов при проведении сварочных работ.
- **Отдельная обмотка для линейного выхода** переменного напряжения (выход «электростанция») позволяет обеспечить надежный источник переменного тока 380/220V – 50Hz.
- **Плавная регулировка давления сварочной дуги** — дает возможность выбрать оптимальный режим сварки в зависимости от качества сварочных материалов, погодных условий и типа используемых электродов.
- **Компактность и малый вес** по сравнению с аналогами других производителей — позволяет сократить расходы на транспортировку и хранение, даёт возможность сэкономить место для установки дополнительного оборудования (в том числе в аварийных машинах, на прицепах).
- **Удобное управление** — оборудованы удобными выносными пультами с магнитным держателем и морозостойким кабелем, не теряющим своих эластичных свойств при критично низких температурах.
- **Стабильный запуск** — работа в любых климатических условиях, при температуре воздуха от –40 до +40 °С.

Сферы применения дизельных сварочных агрегатов DENYO.

Дизельные сварочные агрегаты Denyo (Япония) наиболее интенсивно эксплуатируются в следующих отраслях:

- строительство и обслуживание нефте- и газопроводов;
- горнодобывающая промышленность;
- работы в портах и судовых верфях;
- транспортное и инфраструктурное строительство;
- общегражданское и промышленное строительство;
- коммунальные и аварийно-ремонтные службы;
- производственные и ремонтные работы.

Рассмотрим на примере крупнейших отраслевых предприятий, при каких работах применяются сварочные агрегаты, какие модели используются и какие характеристики оборудования становятся приоритетными для данной сферы. В этой статье мы охватим практику использования сварочных

агрегатов DENYO в нефтегазовой отрасли, а др. сферы разберем в последующих материалах.

Использование сварочных агрегатов DENYO в реконструкции, строительстве и ремонте нефте- и газопроводов.

Крупнейшими пользователями дизельных сварочных агрегатов DENYO в этой отрасли являются компании ПАО «Укртрансгаз» и ПАО «Укргазвидобування».

ПАО «Укртрансгаз» — государственное предприятие, занимающееся поставкой, транспортировкой и хранением природного газа. Во всех филиалах этой компании сварочные агрегаты используются для текущего ремонта, а в структурном подразделении «Укргазпромстрой» — также для строительства и ремонта магистральных газопроводов, обустройства газовых месторождений и скважин.

Все подразделения «Укртрансгаза» имеют аварийные машины, укомплектованные дизельным сварочным оборудованием **DENYO DCW-480ESW EVO III LIMITED EDITION**. Эти агрегаты обеспечивают возможность сварки двумя постами при номинальном токе на каждый пост 250 А при ПВ 100% и одновременной дополнительной мощности генератора 3,2 кВт, позволяющей подключать вспомогательное оборудование (шлифовальную машину, осветительные приборы и др.). Мощные двухпостовые агрегаты были определены именно для аварийных работ, т.к. они могут гарантировать проведение плановых ремонтных работ и оперативную ликвидацию повреждений и на газопроводах. В случае необходимости использования агрегата в режиме электростанции, данный агрегат может выдавать до 15 кВА.

Оборудование **DENYO DLW-400LSW** применяется для ремонта и строительства магистральных трубопроводов, сварки кольцевых швов трубопроводов на магистралях, а агрегаты **DLW-300LS** — для ремонта магистральных газопроводов с трубой, диаметром от 500 до 1200 мм, и текущих мелких сварочных работ (ремонт строительной, трубоукладывающей техники, оборудования и т.д.), где не так важны высокие токи, но нужно безупречное качество сварного шва. Данный агрегат также имеет высокие показатели мощности в режиме электростанции: до 15 кВА.



Сервисный автомобиль компании ПАО «Укртрансгаз» со сварочным агрегатом Denyo DCW-480ESW



Новое поколение сварочных агрегатов Denyo DCW-480ESW EVO III LIMITED EDITION в сервисных автомобилях ПАО «Укртрансгаз»

ПАО «Укргазвидобування» — дочернее предприятие НАК «Нафтогаз України», крупнейший в стране добытчик природного газа и газового конденсата. Среди направлений деятельности компании — подключение газовых месторождений, в частности строительство вышек газодобычи и обслуживание площадок вокруг них, подключение газопроводов, реконструкция газоперерабатывающих заводов.

Предприятие закупило дизельные однопостовые сварочные агрегаты **DENYO DLW300LS**, которые активно используются для широкого круга сварочных работ. В частности, для обвязки скважин, расширения компрессорных станций, сварки манифольда и другого бурильного оборудования, при монтаже вышек, замене печек на ГПЗ и др.

Однопостовые агрегаты были выбраны за качество выходных сварочных характеристик, экономичный расход топлива, компактность и небольшой вес. При всей своей экономичности они предоставляют возможность проведения сварочных работ с током 260 А при ПВ 100%. Еще одно преимущество этой модели — наличие режима антизалипания («antistick»), в котором ток автоматически отключается при залипании электрода к свариваемой поверхности. Этот режим полезен при сварке неопытным персоналом и повышает комфортность проведения сварочных работ.

Сварочные агрегаты DENYO разработаны знаменитым японским производителем с применением новейших технологий, благодаря чему они обеспечивают высокое качество сварного шва в любых условиях — будь то монтаж газопровода в заснеженных полях или строительство ангара в городской промзоне. Неудивительно, что именно эти надежные агрегаты выбрали для своих нужд лидирующие нефтегазовые предприятия — компании из ответственного сектора экономики, стратегически



Использование сварочного агрегата Denyo DLW-300LS на объектах ПАО «Укргазвидобування»

важного для государства, с высокими требованиями к безопасности и качеству выполнения порой непростых, комплексных задач.

Агрегаты DENYO высоко востребованы и имеют самое широкое применение также и в др. отраслях. О практике эксплуатации дизельного сварочного оборудования в горнодобывающей промышленности, строительстве, на производственных и ремонтных работах и других областях мы подробно расскажем в следующих материалах.

● #1732

Публикуется на правах рекламы

Denyo
Сварочные агрегаты.
Генераторы. Компрессоры

ООО «РЕНТСТОР» —
авторизованный дилер Denyo в Украине
03061, Киев, пр. Отрадний, 95г, оф. 432/2
e-mail: denyo@rentstore.kiev.ua, www.denyо.com.ua

Рентстор
Генеруємо цілісні рішення

Лазерно-гибридная сварка компании Fronius сочетает преимущества лазерной сварки и сварки MIG/MAG

От автоматических сварочных процессов ожидают экономичности, надежности, постоянной точности, а самое главное — скорости. В серийном производстве необходимо сваривать как толстые, так и тонкие листы металла быстро и высококачественно. При этом, в таких отраслях, как автомобилестроение, судостроение и строительство трубопроводов, предъявляют к сварочным процессам все более жесткие требования. Именно в этих областях лазерно-гибридная сварка способна обеспечить эти требования и высокую прибыльность. Компания Fronius предлагает лазерно-гибридный процесс в интеллектуальных источниках питания TPS/i, способных еще больше повысить производительность.

Лазерно-гибридная сварка представляет собой сочетание двух различных сварочных процессов — лазерной сварки и сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW). Лазерный луч фокусируется с помощью специальной линзы. Это обеспечивает высокую плотность энергии, а значит, быстрое плавление металла, что помогает в результате достичь очень глубокого проплавления, а также высокой скорости сварки и плотности шва. Еще одним преимуществом этого сварочного процесса является низкая тепловая нагрузка, и, следовательно, минимальная деформация.

Во время сварки металлическим электродом в среде защитного газа электрод плавится в газовой оболочке. Газ поступает из сварочной горелки, защищая зону сварки от кислорода и предотвращая окисление. К преимуществам сварки металлическим электродом в среде защитного газа принадлежат: хорошее перекрытие зазоров, легкое проплавление шва и стабильность сварочного процесса с высоким тепловым КПД. Лазерно-гибридный сварочный процесс компании Fronius идеально подходит для соединения тонких металлических листов в серийном производстве, например, в автомобилестроении, он также подходит для сварки толстых листов, например в судостроении. При этом необходимо выполнять значительно меньше слоев сварного шва. Данный сварочный процесс позволяет выполнять автоматизированную сварку различных алюминиевых и стальных деталей на скоростях до 8 м в минуту с высоким качеством. Главные преимущества этого процесса для заказчиков — расширенный диапазон областей применения и минимальная подго-

товка швов. Лазерно-гибридный процесс обеспечивает практически безупречное качество сварки. Сложная и длительная обработка готовых швов нужна лишь в крайне редких случаях. Кроме того, с помощью этого процесса можно сваривать детали, образованные с использованием плазменной резки, газопламенной резки или гильотинных ножниц. Таким образом лазерно-гибридный сварочный процесс в значительной степени способствует снижению производственных и эксплуатационных расходов, обеспечивает заказчикам такие преимущества, как высокая стабильность, меньшие объемы подготовительных работ и доработки, а также высокая скорость и качество.

Компания Fronius использовала ключевые характеристики и преимущества двух сварочных процессов и объединила их в одной системе. Во время лазерно-гибридной сварки лазерный луч разогревает поверхность детали и обеспечивает глубокое



Рис. 1. Лазерно-гибридная сварка представляет собой сочетание двух различных сварочных процессов - лазерной сварки и сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW).



Рис. 2. Основным элементом сварочной системы является лазерно-гибридная головка с интегрированной сварочной горелкой MIG/MAG и лазерной оптикой.

проплавление в узкой зоне. Затем электрическая дуга формирует широкую сварочную ванну, обеспечивая отличное перекрытие зазоров, и вместе с тем глубокое проплавление. Основным элементом сварочной системы является лазерно-гибридная головка с интегрированной сварочной горелкой MIG/MAG и лазерной оптикой. Защитное стекло с покрытием защищает оптику лазера от повреждений и поэтому система всегда готова к работе. Для защиты самого оптического стекла в лазерно-гибридной головке используется устройство Crossjet, благодаря которому стекло остается чистым, неповрежденным и прозрачным для луча лазера. Воздушный поток, имеющий сверхзвуковую скорость, эффективно направляет сварочные брызги в выходной канал. Сам воздушный поток отсекается до того, как достигнет зоны сварки и помешает действию защитного газа. Рабочая секция остается свободной от загрязнения и сварочного дыма. Это уменьшает количество ошибок при работе устройства и обеспечивает высокий уровень надежности. Выпускаются разные сварочные головки для различных областей применения: автомобилестроения, судостроения и строительства трубопроводов. Роботизированный держатель соединяет лазерно-гибридную головку с промышленным роботом. Он обеспечивает необходимую степень свободы лазерно-гибридной головки, что позволяет работать с труднодоступными участками детали. Сварочную проволоку можно расположить в любом положении относительно лазерного луча, что обеспечивает точную регулировку процесса сварки в соответствии с рядом факторов: подготовка шва, выходная мощность, тип и размер проволоки, и сварочные операции.



Рис. 3. Лазерный луч разогревает поверхность детали и обеспечивает глубокое проплавление в узкой зоне. Затем электрическая дуга формирует широкую сварочную ванну, обеспечивая отличное перекрытие зазоров.

Источники питания Fronius обеспечивают необходимый уровень энергии и мощности. До настоящего времени лазерно-гибридная система была доступна в серии TPS (Trans Puls Synergic). Компания Fronius предлагает гибридный процесс, который сочетается с использованием инновационных источников питания серии TPS/i. Сварочная система TPS/i имеет модульную конструкцию, компоненты которой связаны по сети и работают синхронно. Устройства серии TPS/i имеют высокопроизводительный процессор и высокоскоростную шину, что позволяет быстрее передавать большие объемы данных и повышать оперативность управления. Благодаря этому можно повысить скорость и точность сварки, а также достичь высокого качества. Дополнительными преимуществами устройств серии TPS/i являются разные процессы с переносом металла во время короткого замыкания и импульсной сварочной дуги, например, процессы LSC (Low Spatter Control) и PMC (Pulse Multi Control), которые можно добавить с помощью функциональных пакетов. Это дает возможность сварщикам использовать одну и ту же систему для выполнения различных задач, что экономит время, средства и усилия. Устройства серии TPS/i компании Fronius предлагают также широкий набор коммуникационных возможностей и функций регистрации данных, которые позволяют оценить сварочные процессы и при необходимости оптимизировать их. Заказчики теперь могут воспользоваться всеми этими возможностями для лазерно-гибридной сварки.

● #1733

Публикуется на правах рекламы



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

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

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



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150, Киев, а/я 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 технологических возможностях гидроабразивной очистки и обработки поверхности деталей и изделий.

Соломка Е. В., Краматорск

В настоящее время существенно возросли требования к качеству поверхности изделий и деталей, а также к экологической чистоте производственных процессов. Одним из способов, позволяющих объединить качество, экологическую чистоту, экономическую эффективность при струйной обработке поверхности является гидроабразивный метод очистки/обработки (ГАО). Он привлекателен широким спектром решаемых задач, высокой степенью автоматизации, хорошей повторяемостью результатов и возможностью корректировки параметров гидроабразивной струи. Технология ГАО эффективно внедрена в военно-промышленном комплексе США, в машиностроении и авиации развитых стран Европы.

Наибольший эффект гидроабразивная очистка приносит там, где необходимо очистить поверхность от окалины, ржавчины, убрать различные загрязнения и получить максимальную чистоту поверхности, подготовить поверхность с наивысшим качеством под нанесение покрытия, провести финишную обработку сложного контура, снизить шероховатость, при этом сохраняя экологическую чистоту окружающего пространства.

Гидроабразивная струйная технология привлекательна не только как высококачественная очистка, но и как гидроабразивная обработка. Благодаря разнонаправленной задаваемой шероховатости, контролируемому съему материала, получению в приповерхностных слоях необходимых сжимающих напряжений, с помощью гидроабразивной обработки можно решать ответственные задачи: снятие дефектного слоя, ликвидация центров будущих растрескиваний, снижение либо увеличение шероховатости, получение нужных сжимающих напряжений, активация поверхностного слоя с его консервацией до момента нанесения покрытия.

Повышенный интерес к струйной ГАО объясняется широкими технологическими возможностями этого метода при обработке поверхностей сложного

контура таких деталей, как диски турбины и компрессора, зубчатые колеса, крыльчатки, диафрагмы и др., а также рядом его достоинств. Среди достоинств можно выделить: возможность обработки любого материала независимо от его физико-химических свойств, простоту регулирования степени воздействия на обрабатываемую поверхность, стабильность процесса обработки, высокое качество приповерхностного слоя после обработки (отсутствие прижогов, подповерхностных трещин и т.п.), возможность механизации и автоматизации, относительно малую стоимость оборудования и т.д.

Успешно решаемые ГАО задачи:

1. Очистка от эксплуатационных загрязнений после термообработки, окалины, нагара, ржавчины, окисных пленок, следов СОЖ, цветов побежалости, смазки.
2. Удаление жаростойких покрытий.
3. Подготовка поверхности под нанесение покрытий, гальванику, гуммирование, окраску, дефектоскопию.
4. Снятие заусениц, выведение рисок.
5. Финишная обработка, матирование, сатинирование, получение однородной разнонаправленной заданной шероховатости.
6. Очистка точного литья сложной конфигурации без изменения геометрии.

Преимущества ГАО:

- высокое качество очищенной поверхности $S_a = 3$;
- шероховатость от $R_a = 6$ до $R_a = 0,25$;
- минимальный съем основного очищаемого материала;
- нежное снятие покрытий без деформации поверхности;
- минимальный наклеп;
- повышенная адгезия к ЛКМ в 1,5–2 раза больше по сравнению с традиционными методами подготовки поверхности;
- отсутствует внедрение абразива в основной очищаемый материал (шаржирование);
- возможность применения пассиваторов, не возникает вторичная ржавчина;
- экологически чистый, неагрессивный процесс;
- низкие эксплуатационные затраты.

Процесс струйной гидроабразивной обработки

Таблица. Сравнение эффективности некоторых способов очистки

Способы очистки Потребительские свойства	Кислотное травление	Дробеструйная очистка	Пескоструйная очистка	Гидроабразивная чистка	Ультразвуковая очистка	Мойка	Обработка паром под высоким давлением
Качество поверхности	наводораживание поверхности	оставляет макро царапины, наклеп, засаливание, $R_z = 200-120$	оставляет макро царапины, наклеп, шаржирование 6 ч до окраски, $R_z = 150-80$	оставляет микроцарапины, минимальный наклеп, нет ограничения времени до окраски, $R_z = 40-20$	поверхность не повреждается	поверхность не повреждается	поверхность не повреждается
Очищает	окалина, $S_a = 3$	окалина, краска, грязь, $S_a = 2-2,5$	окалина, краска, грязь, $S_a = 2-2,5$	окалина, краска, грязь, $S_a = 3$	окалина частично, краска, грязь	грязь	грязь, краска
Производительность	высокая	25 м ² / час	20 м ² / час	10 м² / час	3 м ² / час	20 м ² / час	10 м ² / час
Цена, грн	от 500 000	от 500 000	от 200 000	от 350 000	от 600 000	от 200 000	от 250 000
Вредность	чрезвычайно высокая	высокая	очень высокая	минимальная	нет	минимальная	высокая опасность
Требование к помещению	вентиляция, очистка и нейтрализация вредных выбросов, утилизация шпалла, кислоты	шумоизоляция, вентиляция	шумоизоляция, вентиляция	шумоизоляция, вентиляция, выше + 5 град.	вентиляция, + 5 град.	вентиляция, выше + 5 град.	шумоизоляция, вентиляция
Гарантия окрасочного слоя	5 лет	5 лет	3 года	20 лет	3 года	1 год	1 год
Адгезия к ЛКМ	5 МПа	10 МПа	10 МПа	24 МПа	5 МПа	3 МПа	3 МПа
Себестоимость 1 м ² очистки, грн	50	25-50	10-11	10-12	8	8	15-25
Универсальность: мобильное, стационарное с замкнутым циклом технологической среды	нет	да	да	да	нет	да	нет
Возможность автоматизации	да	да	нет	да	да	да	нет

заключается в направлении струи суспензии, состоящей из воды и частиц абразивных материалов, на обрабатываемую поверхность. Суспензия разгоняется сжатым воздухом до скорости 150–200 м/сек. В результате такой обработки образуются чистые матовые поверхности без направленных рисок. Наличие жидкой фазы значительно изменяет характер протекания процесса взаимодействия абразивных частиц с поверхностью. Струйную ГАО можно рассматривать как эрозионно-коррозионный процесс. Ее особенность состоит в сочетании процесса съема материала и процесса смазки и охлаждения обрабатываемой поверхности, которые осуществляются одновременно и непрерывно. Обработка происходит не просто в среде рабочей жидкости, а в струе, имеющей большую скорость и соударяющейся с обрабатываемой поверхностью.

Рабочая жидкость несколько снижает скорость абразивных частиц при струйной ГАО, однако она выполняет ряд важных функций:

- обеспечивает транспортировку абразивных частиц материала от расходной емкости до обрабатываемой поверхности;
- непрерывно очищает обрабатываемую поверхность, удаляя отработавшие абразивные частицы и частички снятого материала;
- исключает образование пыли, является носителем поверхностно-активных веществ, создающих адсорбирующие слои полярных молекул и уменьшающих межатомные связи в поверхностном слое обрабатываемого материала, что снижает твердость и сопротивляемость материала разрушению;
- регулирует тепловой режим в зоне обработки.

Как правило, основным компонентом абразивной суспензии является вода. Недостатком применения воды является коррозия деталей после обработки. Для уменьшения коррозии в суспензию добавляют поверхностно-активные вещества, например, тринатрий-фосфат, кальцинированную соду и др., которые оказывают пассивирующее действие на поверхность, повышают коррозионную стойкость деталей. При применении поверхностно активных веществ улучшаются моющие свойства рабочей жидкости, отпадает необходимость в обезжиривании поверхности. Рекомендуется в состав суспензии добавлять поверхностно активные вещества в пределах 0,5–3,5%. Рекомендуемая объемная концентрация абразивных частиц в суспензии 20–30%.

Выдерживая оптимальные соотношения компонентов суспензии, обеспечивают наилучшие технологические показатели процесса обработки. В основном используются суспензии, состоящие из воды и абразивов повышенной твердости: электрокорунда, карбида кремния, граната, микростекло-сферы различной зернистости от 40 до 300 мкм.

Производительность процесса обработки зависит от размеров и твердости абразивных частиц, давления воздуха, угла атаки, длины струи. Благодаря системе непрерывного шламоотделения, состав суспензии остается постоянным и качество обработанной поверхности не меняется со временем. Система контроля суспензии обеспечивает постоянство заданному значению, а следовательно, стабильность процесса и повторяемость результатов обработки.

Технология ГАО делает первые шаги, но благодаря своим высоким потребительским свойствам востребована практически во всех отраслях промышленности.

- В машиностроении, металлургии ГАО применяется для очистки от окалины сортопроката, проката, труб, проволоки, готовых конструкций и полужабириков, деталей после термообработки, подготовки поверхности к нанесению покрытий.
- В авиационной промышленности обрабатываются детали газотурбинных двигателей.
- В приборостроительной отрасли обрабатываются точное литье, разъемы, платы, тубусы, корпуса приборов, радиаторы.
- В нефтегазовой промышленности гидроабразивная обработка применяется для очистки от окалины наружной и внутренней поверхности труб, винтовых забойных двигателей, масляного канала в длинных валах ротора нефтяного двигателя, рабочих колес и направляющих аппаратов нефтеперекачивающих насосов, газоперекачивающих турбин и сопутствующих изделий, турбинных лопаток, корпусов буровых насосов, жаровых труб, редукторов, подготовки поверхности под окраску.
- В атомной промышленности производится очистка от окалины внутренней поверхности задвижек, корпусов центрифуг для обогащения урана, деталей теплообменников, энергетического оборудования, очистка под дефектоскопию, подготовка поверхности под окраску.
- На транспорте очищаются детали ДВС, трансмиссии, на железной дороге — колесные пары и элементы вагонных тележек.
- На ГРЭС, ТЭЦ производится очистка энергетического оборудования, паровых турбин, антикоррозионные работы с максимальным гарантийным сроком действия, благодаря высшей степени качества подготовки поверхности гидроабразивным методом.

Обществу сварщиков Украины – 25 лет!

В.Г. Фартушный, президент Общества сварщиков Украины,

В.М. Илюшенко, исполнительный директор Общества сварщиков Украины

Общественная организация «Общество сварщиков Украины» создана решением Учредительного собрания, состоявшегося 20 ноября 1992 г., на нем присутствовало свыше 180 представителей научных организаций, вузов, промышленных предприятий, ассоциаций из всех регионов Украины. Сварочная общественность единодушно поддержала создание Украинского сварочного общества, подчеркнула необходимость организации его областных отделений, высказала ряд предложений о сферах его деятельности. Общество как всеукраинская общественная организация зарегистрировано Минюстом Украины в июле 1993 г. (Свидетельство № 485 от 29.07.1993 г.).

Общество сварщиков Украины (ОСУ) создано с целью:

- содействия ускорению научно-технического прогресса в области сварки и родственных процессов, организации единой технической, научной, инженерной политики сварочного производства Украины;
- реализации и защиты социально-экономических, профессиональных прав и свобод членов Общества.

В структуре общества сформированы 5 региональных и 12 областных отделений.

В настоящее время в соответствии с новым законом Украины «Об общественных объединениях» вместо понятия «отделение» (областное или региональное) вводятся понятия «отдельные подразделения – филиалы и представительства». Поэтому в структуре Общества на сегодня имеется 10 филиалов и 7 представительств.

Одной из основных задач ОСУ являлось улучшение обмена технической информацией и формирование консолидированной технической политики в сфере сварочного производства. Этому были посвящены регулярно проводимые научно-технические конференции, тематические семинары, совещания ведущих специалистов сварочного производства по актуальным вопросам нашей деятельности. Ведущая роль в проведении таких мероприятий принадлежала ИЭС им. Е. О. Патона и его сотрудникам, большинство из которых являются членами ОСУ. Следует отметить, что проводимые ежегодно или раз в два года конференции и семинары были посвящены рассмотрению важнейшей проблемы сварочного производства – повышению качества выпускаемой продукции. При этом рассматривались все главные аспекты этой проблемы:

усовершенствование организации производственных процессов, использование новейших научно-технических достижений, улучшение управления качеством с соблюдением требований международных стандартов, обеспечение сертификации производств, повышение квалификации персонала и т.п.

В 1990-х и 2000-х годах на базе ведущих производителей сварочной техники Каховском заводе электросварочного оборудования (КЗЭСО) и Симферопольском заводе «СЭЛМА» проводились семинары для специалистов сварочного производства ведущих отраслей промышленности – судостроения, машиностроения, предприятий нефтегазового комплекса, железнодорожного транспорта и др. Участники знакомились с перспективными разработками, представляющими интерес для отрасли, обсуждали требования, выдвигаемые потребителями к новым разработкам и высказывали свои рекомендации по дальнейшему совершенствованию сварочной техники. Например, на КЗЭСО в октябре 2004 г. был проведен семинар для специалистов судостроительных заводов, в марте 2005 г. на базе завода «СЭЛМА» было проведено совещание ведущих специалистов сварочного производства по вопросам улучшения подготовки рабочих сварочных специальностей.

В июне 2007 г. состоялась вторая научно-практическая конференция на тему «Обеспечение качества в сварочном производстве», в ее работе приняло участие более 50 специалистов сварочного производства из 15 областей Украины.

Проблемам организации сварочных работ на промышленных предприятиях Украины было посвящено совещание главных сварщиков и ведущих специалистов сварочного производства, состоявшееся в ноябре 2013 г. в Киеве на базе фирмы «Бинцель Украина».

При участии Общества регулярно проводятся практические семинары и круглые столы в т.ч. по инициативе фирм «Фрониус Украина», «Бинцель Украина», «Триада-Сварка», «ТМ. ВЕЛТЕК» как на их базе, так и в рамках региональных промышленных выставок. Эти мероприятия ценны тем, что их участники имеют возможность детально ознакомиться с новейшими разработками в области сварочных и наплавочных материалов, высокоэффективных технологий и оборудования, и практически опробовать предлагаемые новинки.

ОСУ было одним из инициаторов организации проведения специализированных выставок

сварочной техники в Украине. Первая такая выставка была организована в 1996 г., организатором ее был ТД «Сварка». Совместно с ИЭС с 2004 г. в выставочном центре «ЭкспоПлаза» регулярно проводились выставки «Сварка. Родственные процессы». Соорганизатором этих выставок, а также выставки «Укрсварка» всегда было ОСУ.

В 1997 г. по инициативе Совета Общества была организована первая поездка нашей делегации на Всемирную сварочную выставку в Эссен, которая положила начало организации научного туризма. Это мероприятие дает возможность его участникам получать новейшую информацию о мировом уровне сварочной науки и технологий;

Информация о проводимых Обществом мероприятиях отображалась на страницах журнала «Сварщик», который с 1998 г. стал «настольным пособием» широкого круга сварщиков, авторитетным источником актуальных и практических сведений по вопросам сварочного производства. Можно сказать, что производственно-технический журнал «Сварщик» является настоящим «рупором» Общества.

Совет Общества совместно с Украинским аттестационным комитетом сварщиков (УАКС) с момента его создания (1994 г.) принимал активное участие в организации и координации работ по подготовке, переподготовке и квалификационных испытаниях персонала сварочного производства.

Сегодня весьма актуальной является проблема обеспечения сварочного производства нормативно-технической документацией, прежде всего стандартами, отвечающими требованиям международных норм. Этот вопрос неоднократно обсуждался на совещаниях и научно-технических конференциях Общества и здесь уместно напомнить о Законе Украины «О стандартизации», который действует с 03.01.2015 г. и предусматривает введение у нас международных и европейских принципов стандартизации. Внедрение в сварочном производстве Украины международных и европейских стандартов на сварочные материалы, общие требования по процессам и технологиям сварки, квалификации сварочного персонала, способам неразрушающего контроля и др. является обязательным условием выпуска продукции на внешний рынок.

Современное сварочное производство предъявляет все возрастающие требования к профессиональной подготовке сварочного персонала. Это актуально сейчас в связи с экономической ситуацией в стране и дефицитом квалифицированных сварщиков.

На наш взгляд, действующая в Украине система профессиональной подготовки сварщиков не совсем соответствует требованиям производства и международным стандартам. Она проводится на основе устаревших подходов к определению профессий обучения и квалификационных требований. Квалификационные критерии устанавливаются

исходя из требований тарифно-квалификационной разрядной системы, которая не отвечает современным экономическим условиям.

В то же время Уполномоченный национальный орган – Межотраслевой учебно-аттестационный центр ИЭС им. Е. О. Патона успешно внедряет учебные программы и методики подготовки и оценки квалификации всех категорий персонала для сварочного производства, что позволяет организовать подготовку и аттестацию специалистов международного уровня. Поэтому решением Совета в апреле 2016 г. при Обществе создан Отраслевой совет по профессиональным квалификациям в области сварки, задачей которого является формирование системы профессиональных квалификаций, и разработка стандартов, программ обучения и т.п.

Начиная с 2004 г. в Украине ежегодно проводятся конкурсы профессионального мастерства сварщиков. В 2009–2010 гг. эти конкурсы приобрели статус международных, с участием Республики Беларусь, РФ, Болгарии, Китая. В последние годы такие мероприятия проводятся и в рамках региональным промышленным выставкам (в Киеве, Днепре, Запорожье).

Заслуживает внимания и поддержки участие Украины и в международном конкурсе молодых сварщиков в Чешской республике. Начиная с 2011 г. наши молодые сварщики достойно соревновались на европейском конкурсе, были призерами в отдельных способах сварки. В 2012 г. делегация сварщиков-профессионалов Украины приняла участие в международном конкурсе в Китае. На наш взгляд, конкурсное движение – эффективный метод повышения профессионального мастерства сварщиков.

Следует отметить, что за истекший период Общество развивало международное сотрудничество с др. союзами и обществами. По нашей инициативе были заключены договора о сотрудничестве с РНТСО, Словацким обществом, Болгарским союзом сварщиков, Ассоциацией сварщиков Китая, Ассоциацией «Электрод». Сейчас наиболее актуальным является взаимодействие с Европейской сварочной федерацией. Однако многое здесь зависит от финансовых возможностей Общества, которые ограничены лишь членскими взносами. Поэтому одной из первоочередных задач Общества является необходимость реализовать на практике положения закона «Об общественных объединениях», разрешающего коммерческую деятельность.

В заключение отметим, что 25 лет для организации – это лишь начало пути. Общество сварщиков Украины в своей многогранной деятельности имеет определенные успехи и 25-летний юбилей встречает достойно. Дальнейшие успехи в работе Общества требуют больше самоотдачи и ответственности всех его членов.

XVI Международный промышленный форум

21–24 ноября 2017 г. в Киеве в Международном выставочном центре состоялся XVI Международный промышленный форум, с 2005 г. официально сертифицированный и признанный UFI – Всемирной ассоциацией выставочной индустрии. Международный промышленный форум ежегодно подтверждает свой статус крупнейшего выставочного события Украины в области машиностроения.

Организатор Форума – Международный выставочный центр – выражает благодарность компаниям и заводам, которые на протяжении многих лет выбирают Промышленный форум. Основной состав участников форума не меняется уже более десяти лет.

В Международном промышленном форуме 2017 г. приняли участие 337 предприятий, которые представили технологии и продукцию из 29 стран мира: Австрии, Бельгии, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Дании, Израиля, Ирландии, Испании, Италии, Китая, Латвии, Литвы, Нидерландов, Германии, Южной Кореи, Польши, Сербии, Словакии, Словении, США, Турции, Финляндии, Франции, Чехии, Швейцарии, Швеции, Японии. Общая площадь экспозиции составила 17 000 м², выставку посетило 11 236 специалиста.

Первый Вице-премьер-министр Украины – Министр экономического развития и торговли Украины Степан Иванович Кубив и заместитель Министра экономического развития и торговли Украины Юрий Петрович Бровченко посетили Международный промышленный форум и ознакомились с экспозициями предприятий машиностроительной отрасли Украины.

Предприятия отечественного машиностроительного комплекса достойно презентовали на

стендах свою продукцию и разработки в области металлообработки, приборостроения, грузоподъемного и складского оборудования.

Отличительной чертой прошедшего Промышленного форума стало значительное количество оборудования для лазерного раскроя металла.

Традиционно удивляли безупречным качеством и разнообразностью продукции экспозиции промышленного инструмента и металлообрабатывающих центров с ЧПУ, сварочного и плазменного оборудования, робототехники, приводной и компрессорной техники, редукторов, подшипников и комплектующих для практически всех отраслей промышленности.

В рамках специализированной выставки «Укрсварка» прошли научно-практическая конференция «Современные проблемы сварочного производства» и XII Открытый конкурс профессионального мастерства сварщиков Украины «Золотой кубок Бенардоса – 2017» – мероприятие, направленное на повышение престижа рабочих профессий и поощрение специалистов-профессионалов отрасли.

Конференция «Современные проблемы сварочного производства», организованная Обществом сварщиков Украины и ИЭС им. Е. О. Патона, была посвящена 25-летию со дня создания в Украине Общества сварщиков и 175-летию со дня рождения изобретателя электрической дуговой сварки Н. Н. Бенардоса. В работе конференции приняли участие 50 представителей ведущих предприятий Украины, разработчиков и изготовителей сварочных материалов, оборудования и технологий. В ходе конференции было заслушано 16 докладов, посвященных актуальным проблемам сварочного производства, выпуску новых сварочных материалов, сертификации и подготовки кадров.





Открыл конференцию президент Общества сварщиков В. Г. Фартушный. В своем докладе он остановился на основных этапах становления Общества, успехах и проблемах его развития, основных задачах, стоящих перед Обществом. Особое внимание в докладе было уделено проблеме обеспечения отечественного сварочного производства нормативно-технической документацией, прежде всего стандартами, отвечающими требованиям международных норм, профессиональной подготовке сварочного персонала. В заключение В. Г. Фартушный пожелал участникам конференции побольше самоотдачи и ответственности.

Поднятые в докладе проблемы нашли свое отражение в выступлениях участников конференции. Это в первую очередь состояние и проблемы сварочного производства (Ю. В. Бутенко, Н. В. Высоколян), аттестация технологии сварки (М. А. Лактионов), вопросы стандартизации в сварочном производстве (Н. А. Проценко), профессиональная квалификация персонала сварочного производства (П. П. Проценко), производство современных электродных материалов (С. В. Грущенко, В. Н. Упырь, А. Н. Алимов, П. Н. Погребной).

Отдельно были заслушаны доклады, посвященные выдающимся ученым в области сварки – нашему соотечественнику Н. Н. Бенардосу (А. Н. Корниенко) и В. И. Дятлову, 110-летие которого также отмечали в 2017 г. (В. С. Сидорук).

В завершение конференции состоялось торжественное награждение участников конференции.

В заключительном слове В. Г. Фартушный поблагодарил участников конференции за интересные и содержательные доклады, выразил уверенность, что специалисты сварочного дела будут и дальше повышать свой профессионализм, успешно развиваться и передавать свои знания молодому поколению.

Экспозиция специализированной выставки «Подъемно-транспортное, складское оборудование», кроме насыщенных высококачественной про-



фессиональной продукцией стендов компаний-изготовителей, оживлялась шоу-демонстрацией работы нагружающей техники.

Интерес профессиональной аудитории к продукции тематики «Безопасность производства» безусловно будет способствовать в перспективе выполнению требований к интеграции Украины в экономическое пространство Евросоюза в сфере безопасности и охраны труда.

Возрастание интереса к украинскому рынку в мире подтверждается расширением коллективных экспозиций производственных предприятий из Китая, Турции и Чехии, которые в этом году содержали значительное количество образцов продукции.

Сравнивая качественное и количественное наполнение выставки с предыдущими годами, в общем можно наблюдать рост внимания к инновационным технологиям и тенденцию к их постепенного внедрения в отечественное производство. В рамках Международного промышленного форума в 2017 г. состоялся ряд научно-практических семинаров, посвященных новейшим промышленным технологиям, автоматизации производства и контролю качества.

Информационный раздел выставки был представлен журналами: «Сварщик», «Автоматическая сварка», «Мир автоматизации», «Пресс-биржа» и др.

Организаторы XVI Международного промышленного форума выражают благодарность всем экспонентам за активное участие в специализированных выставках, средствам массовой информации за объективное и всестороннее освещение мероприятия.

Следующий XVII Международный промышленный форум пройдет с 20 по 23 ноября 2018 г. в МВЦ.



Межотраслевой учебно-аттестационный центр
Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины



Программы профессиональной подготовки на 2018 г.

Шифр курса	Наименование программы	Продолжительность	Сроки проведения
1. Повышение квалификации инженерно-технических работников (с аттестацией на право технического руководства сварочными работами при изготовлении сварных конструкций в т.ч. подведомственных государственным надзорным органам)			
101	Координация сварочных работ согласно ДСТУ ISO 14731	подготовка и аттестация	3 недели (112 ч)
102		переаттестация	18 ч
103	Расширение области аттестации координаторов (руководителей) сварочных работ	6 ч	апрель, ноябрь
106	Техническое руководство сварочными работами при ремонте действующих трубопроводов (под давлением)	подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)
107		переаттестация	22 ч
109	Техническое руководство работами по контактной стыковой сварке железнодорожных рельсов.	72 ч	март
111	Подготовка и аттестация председателей комиссий по аттестации сварщиков – экспертов Украинского аттестационного комитета сварщиков (УАКС)	3 недели (112 ч)	январь, декабрь
112	Расширение области аттестации председателей комиссий по аттестации сварщиков – экспертов УАКС	8 ч	январь, май, октябрь
113	Подготовка и аттестация членов комиссий по аттестации сварщиков:	специалистов технологических служб, отвечающих за организацию аттестации сварщиков	2 недели (72 ч)
114		специалистов служб технического контроля, отвечающих за контроль сварных соединений (включая специальную подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	2 недели (74 ч)
115		специалистов служб охраны труда предприятий	2 недели (74 ч)
116	Расширение области аттестации членов комиссий по аттестации сварщиков – специалистов технологических служб по сварке	6 ч	ноябрь
117	Подтверждение полномочий (переаттестация) председателей комиссий по аттестации сварщиков – экспертов УАКС:	32 ч	январь, октябрь
118		20 ч	январь – март, май, июль, сентябрь – декабрь
119	Подтверждение полномочий (переаттестация) членов комиссий по аттестации сварщиков:	32 ч	январь, октябрь, декабрь
120		специалистов технологических служб по сварке	20 ч
121		специалистов по техническому контролю	16 ч
122	специалистов по техническому контролю (включая спец. подготовку к аттестации по визуально-оптическому методу контроля)	36 ч	февраль, май, июль, октябрь
123		специалистов по охране труда	
130	Переподготовка специалистов сварочного производства по программам Международного института сварки (МИС) с присвоением квалификации:	Международный инженер по сварке	453 / 126 ч ¹
132		Международный технолог по сварке	372 / 91 ч ¹
134		Международный специалист по сварке	248 / 60 ч ¹
135		Международный практик по сварке	114 ч
136		Международный дизайнер (конструктор) по сварке	40 ч
137		Международный инспектор по сварке	полного уровня
140	стандартного уровня		170 ч
139	базового уровня		115 ч
149	специалистов, которые имеют квалификацию «Международный инженер / технолог по сварке»	76 / 78 ч	июль или сентябрь (по мере комплектования групп)
141	Металлографические исследования металлов и сварных соединений	специальная подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)
142		переаттестация	22 ч
143	Физико-механические испытания материалов и сварных соединений	специальная подготовка и аттестация	2 недели (72 ч)
144		переаттестация	20 ч
145	Эмиссионный спектральный анализ (стилюскопирование) металлов и сплавов	специальная подготовка и аттестация	2 недели (74 ч)
146		переаттестация	22 ч

151	Производство сварочных материалов: организация, технологии и системы управления качеством	2 недели (72 ч)	по согласованию с заказчиком
152	Ремонт, восстановление и упрочнение изношенных деталей		
153	Технологические процессы и обеспечение качества в авиастроении	76 ч	
Тематические семинары (возможно проведение на территории заказчика)			
161	Нормативно-техническая документация в сварочном производстве, состояние и перспективы	2 дня (16 ч)	март, июнь
162	Обеспечение качества сварки. Требования национальных и международных стандартов	2 дня (16 ч)	апрель, июнь, октябрь
163	Изготовление конструкций из стали согласно требований ДСТУ EN1090	32 ч	февраль
2. Повышение квалификации педагогических работников системы профессионально-технического образования в области сварки			
203	Повышение квалификации мастеров (инструкторов) производственного обучения по сварке с присвоением квалификации «Международный практик по сварке (IWP)»	186 ч	по согласованию с заказчиком
204	Повышение квалификации преподавателей специальных дисциплин профессионально-технических учебных заведений по направлению «Сварка» с присвоением квалификации «Международный специалист по сварке»	100 ч	
3. Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации квалифицированных рабочих в области сварки и родственных технологий (с присвоением квалификации в соответствии с национальной и международной квалификационными системами)			
Курсовая подготовка СВАРЩИКОВ:			
301	ручной дуговой сварки покрытыми электродами (с присвоением национальной и международной квалификации)	9 недель (356 ч)	постоянно, (индивидуальная подготовка по модульной технологии)
302	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (TIG) (с присвоением национальной и международной квалификации)	5 недель (192 ч)	
303	газовой сварки (с присвоением национальной и международной квалификации)	3 недели (116 ч)	
304	механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG) (с присвоением национальной и международной квалификации)	7 недели (276 ч)	
306	автоматической дуговой сварки под флюсом / в защитных газах	3 недели (112 ч)	
307	электрошлаковой сварки	3 недели (112 ч)	
308	контактной (прессовой) сварки (рельсов, промышленных трубопроводов)	3 недели (112 ч)	
309	пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб) с аттестацией в соответствии с ДСТУ EN13067	5 недель (196 ч)	
Подготовка сварщиков по программам Международного института сварки с присвоением квалификации:			
310	Международный сварщик угловых швов (IFW) с аттестацией по ДСТУ EN ISO 9606-1	130–210 ч ²	постоянно, (индивидуальная подготовка по модульной технологии)
312	Международный сварщик плоских соединений (IPW) с аттестацией по EN ISO 9606-1	250–380 ч ²	
315	Международный сварщик труб (ITW) с аттестацией по EN ISO 9606-1	360–510 ч ²	
318	Международный практик-сварщик (IWP) с аттестацией по EN ISO 9606-1	35–153 ч ²	
Переподготовка СВАРЩИКОВ с присвоением квалификации «Международный сварщик»: (IFW, IPW, ITW)			
321	переподготовка сварщиков ручной дуговой сварки покрытыми электродами (MMA) с аттестацией по ДСТУ EN ISO 9606-1	74–112 ч ²	постоянно, (индивидуальная подготовка по модульной технологии)
322	переподготовка сварщиков механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG) с аттестацией по ДСТУ EN ISO 9606-1	76–118 ч ²	
323	переподготовка сварщиков ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (TIG) с аттестацией по ДСТУ EN ISO 9606-1	74–78 ч ²	
Повышение квалификации СВАРЩИКОВ:			
330	ручной дуговой сварки покрытыми электродами	2 недели (72 ч)	постоянно, (индивидуальная подготовка по модульной технологии)
331	ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах	2 недели (72 ч)	
332	газовой сварки	2 недели (72 ч)	
333	механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG)	2 недели (72 ч)	
334	механизированной дуговой сварки порошковой проволокой	2 недели (72 ч)	
335	автоматической дуговой сварки под флюсом / в защитных газах	2 недели (72 ч)	
336	электрошлаковой сварки	2 недели (72 ч)	по согласованию с заказчиком
Курсовая подготовка контролеров неразрушающего контроля:			
343	Специализация – визуально оптический контроль	72/196 ч ³	индивидуальная подготовка по согласованию с заказчиком
344	Специализация – радиографический контроль	72/196 ч ³	
345	Специализация – ультразвуковой контроль	72/196 ч ³	
346	Специализация – магнитопорошковый контроль	72/196 ч ³	
347	Специализация – капиллярный контроль	72/196 ч ³	

Целевая подготовка и подтверждение квалификации:			
362	Персонала, занимающегося нанесением защитных покрытий	электродуговым напылением	3 недели (112 ч)
363		газопламенным напылением	3 недели (112 ч)
364		детонационным напылением	3 недели (112 ч)
365		плазменным напылением	3 недели (112 ч)
366	специалистов по поверхностной закалке колесных пар на установке высокотемпературной закалки УВПЗ – 2М»		72 ч
367	сварщиков механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах выполняющих наплавку остряков, крестовин стрелочных переходов железнодорожных путей с аттестацией согласно СОУ 35.2–00017584–030–1:2009		5 недель (194 часа)

4. Аттестация персонала сварочного производства			
400	Аттестация координаторов (руководителей) сварочных работ в соответствии с ДСТУ ISO 14731		8 ч
401	Специальная подготовка и аттестация сварщиков в соответствии с правилами НПАОП 0.00–1.16–96 и стандартами ДСТУ EN ISO 9606–1,2,3,4,5, ДСТУ ISO14732		72 ч
402	Дополнительная и внеочередная аттестация сварщиков согласно с НПАОП 0.00–1.16–96		24 ч
403	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с НПАОП 0.00–1.16–96, ДСТУ EN ISO 9606–1,2,3,4,5		32 ч
405	Специальная подготовка и аттестация сварщиков авиационной промышленности в соответствии с ДСТУ ISO 24394		72 ч
406, 457	Периодическая аттестация сварщиков в соответствии с международными (европейскими) стандартами EN ISO 9606–1		24 ч
407	Специальная подготовка и аттестация операторов автоматической сварки плавлением в соответствии с стандартом ДСТУ ISO 14732		2 недели (72 ч)
411	Специальная подготовка и аттестация сварщиков на допуск к выполнению сварочных работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)		3 недели (112 ч)
412	Периодическая аттестация сварщиков на допуск к выполнению сварочных работ при ремонте действующих магистральных трубопроводов (под давлением)		32 ч
413	Специальная подготовка и аттестация операторов-сварщиков контактно-стыковой сварки рельсов в соответствии с ДСТУ ISO 14732 и СОУ 35.2–00017584–030–1:2009		2 недели (72 ч)
414	Аттестация сварщиков пластмасс в соответствии с ДСТУ EN13067 (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб)		
415	Периодическая аттестация сварщиков пластмасс (сварка трубопроводов из полиэтиленовых труб) в соответствии с ДСТУ EN13067		32 ч
421	Специальная подготовка дефектоскопистов к сертификации согласно ДСТУ EN9712	ультразвуковой контроль	32 / 36 / 64 (I ур) ч ⁴
423			40 / 48 / 72 / 80 / 144 (II ур) ч ⁴
427		радиографический контроль	36 / 40 / 72 (I ур) ч ⁴
430			40 / 48 / 76 / 80 / 152 (II ур) ч ⁴
433			16 / 20 / 30 (I ур) ч ⁴
436			20 / 24 / 35 / 40 / 70 (II ур) ч ⁴
448	Переаттестация сварщиков контактной стыковой сварки железнодорожных рельсов согласно требованиям ДСТУ ISO 14732 и СОУ 35.2–00017584–030–1:2009		32 ч

5. Тренинги, тестирование и подтверждение квалификации			
501	Профессиональное тестирование и подтверждение квалификации сварщиков механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (MIG/MAG)		4–12 ч ⁵
502	Профессиональное тестирование и подтверждение квалификации сварщиков ручной дуговой сварки неплавящимся металлическим электродом в инертных газах (TIG)		4–12 ч ⁵
503	Профессиональное тестирование и подтверждение квалификации сварщиков ручной дуговой сварки покрытыми электродами (MMA)		4–16 ч ⁵
512	Практические тренинги по различным способам сварки		8–32 ч ⁵

1 – Продолжительность обучения определяется в зависимости от базовой профессиональной подготовки и опыта работы в сварочном производстве.

2 – Продолжительность обучения зависит от специализации.

3 – Длительность программы определяется по результатам входного тестирования.

4 – Продолжительность обучения указывается в направлении ОСП (орган по сертификации персонала).

5 – Длительность программы зависит от условий и характера испытаний.

- По согласованию с Заказчиками возможно проведение обучения по другим программам, не вошедшим в данный перечень.
- На период обучения слушателям предоставляется жилье с оплатой за наличный расчет.
- Стоимость обучения определяется при заключении договора.
- Для приема на обучение необходимо направить заявку с указанием шифра курса, количества специалистов и почтовых реквизитов предприятия.

Украина, 03150, г. Киев, ул. Антоновича, 56. Тел.: (044) 456–63–30, 456–10–74, 200–82–80, 200–81–09,

Факс: (044) 456–48–94; E-mail: paton_muac@ukr.net; <http://muac.kpi.ua>

Сооружение сложных пространственных конструкций – прорывные решения Института электросварки им. Е.О. Патона*

А.Н. Корниенко, док. ист. наук, ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

В 2018 г. исполняется 85 лет создания Института электросварки и 85 лет участия Е.О. Патона в проектировании Дворца Советов.

Дворец Советов – уникальные задачи и сложнейшие проблемы. Для сессий Верховного Совета СССР, торжественных заседаний, празднеств, проведения др. масштабных мероприятий правительство СССР приняло решение построить самое высокое здание в мире – Дворец Советов.

О том, насколько престижно было участвовать в реализации постановления можно судить по тому, что в конкурсе на проектирование Дворца приняли участие все знаменитые советские архитекторы, представлявшие различные направления, стили. Дворец Советов высотой 415–420 м (плюс 70 м – фигура Ленина) должен был превзойти по высоте самый высокий (с 1931 г. по 1972 г.) 381 м небоскреб Эмпайр Стейтбилдинг (США).

Конструктивную основу гигантского здания составлял металлический каркас. В 1939 г. в журнале «Техника молодежи» сообщалось: «Стальной каркас Дворца Советов будет представлять сложнейшую конструкцию, не имеющую себе равной во всем мире. Чтобы получить представление о масштабах этой конструкции, достаточно сказать, что вес всего стального каркаса будет равен 350 тыс. т. Наличие внутри здания пустой плоскости Большого зала с размерами 150 м по ширине и высоте еще больше осложнит работу.

Мощные колонны, на которых покоится весь каркас Дворца Советов, будут обладать громадной прочностью. Все 64 колонны соединятся между собой большими двутавровыми балками, идущими горизонтально. Центральная (высотная) часть дворца, башня, окружена «низкой» частью здания – стилобатом. Высота стилобата достигает 80 м».

Даже из этой сокращенной публикации понятно, что конструкция была сложнейшей, уникальной, аналогов проектирования и расчета в мировой практике не было. К решению этой задачи привлекались только известные отечественные специалисты. В коллектив проектантов включили и Е. О. Патона.

* Часть 1. Перекрытия и высотные конструкции. Продолжение в следующих номерах журнала

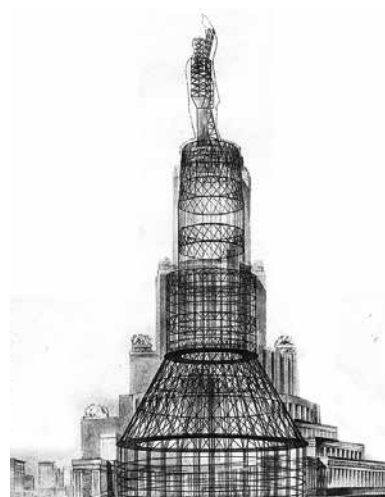


Рис. 1. Конструкция Дворца Советов

Е. О. Патон – новатор мостостроения. К концу 1920-х гг. на счету Е. О. Патона было строительство почти 40 крупных мостов, перекрытие гостиницы «Метрополь», свыше 160 научных работ по различным вопросам мостостроения. Некоторые проекты были новинкой в технике и получили высокую оценку специалистов. Ряд его учеников стали известными учеными и инженерами, руководителями промышленности. Е. О. Патон по праву считается основателем школы мостостроения в Украине. В 1929 г. Е. О. Патон был избран академиком Всеукраинской академии наук (ВУАН).

С этого времени начинается новый плодотворный период его деятельности – работа в области сварочного производства. Е. О. Патон проникся идеей применить при строительстве мостов вместо клепания – сварку. В системе ВУАН он организовал Электросварочную лабораторию. Разработка оптимальных форм соединений узлов и целых конструкций была «родным» для Е. О. Патона направлением деятельности. Путем усовершенствования форм он решал задачи повышения надежности и экономичности конструкций, их технологичности, снижения массы и др. Е. О. Патон разрабатывает оптимальные сварные соединения, разворачивает исследования их прочности. В течение четырех лет была изучена работа комбинированных клепано-сварных соединений узлов мостовых ферм, балок проезжей части, связей и других конструкций. Была установлена принципиальная

возможность применения сварных соединений, испытывающих не только статическую, но и динамические нагрузки [1].

Объем плановых научно-исследовательских и производственных заказных работ быстро расширялся. В ноябре 1932 г. правительством УССР были выделены средства на научные нужды и строительство первого корпуса Электросварочной лаборатории. 2 февраля 1933 г. президиум ВУАН принял решение о создании Института электросварки. А вскоре, в счет оплаты за работы по договору с «Управлением строительства Дворца Советов» был построен второй корпус ИЭС.

В этом «дворцовом» лабораторном корпусе под руководством Е. О. Патона была создана технология автоматической сварки под флюсом, оказавшаяся в десять раз производительней других технологий соединения. Уже в Нижнем Тагиле, куда в августе 1941 г. уехали сотрудники ИЭС с оборудованием, на заводе № 183, совместно с харьковскими создателями танка Т-34, в начале 1942 г. впервые в мире была создана технология, оборудование для автоматической сварки под флюсом бронекорпусов и налажено их конвейерное производство на 52 заводах. Эта технология и оборудование обеспечили Красную Армию 102 тыс. танков и САУ. Таким грандиозным вкладом в производство вооружений и в дальнейшем в восстановление экономики страны окупилась малая доля из сметы, выделенной на строительство Дворца Советов.

А как же сложилась судьба самого дворца? К 1939 г. закончилась кладка фундамента высотной части. Монтаж каркаса начался в 1940 г. и к середине 1941 г. он возвышался на 7 этажей. Однако началась война и немецкие войска продвигались к Москве. В сентябре 1941 г. для оборонительных сооружений из металлических конструкций Дворца Советов начали сваривать противотанковые ежи и строить объездные мосты, для чего разобрали и само здание. Металлопроката осталось ещё много, но использовали его для другой конструкции. Остатки металлоконструкций Дворца Советов пошли на строительство Керченского моста.

25 января 1944 г. ГКО СССР принял постановление № 5027 «О строительстве железнодорожного моста через Керченский пролив». Идею строительства керченского моста выдвинул еще немецкий министр вооружений и боеприпасов А. Шпеер в начале 1943 г. По мосту должны были переправлять армию на Кубань и Закавказье, и немцы начали завозить в Крым необходимые материалы. Однако Краснодарский край освободили и план освоения новых земель немцам пришлось отложить.

Заготовленного немцами металла было недостаточно и для строительства Керченского моста использовали остатки металлоконструкций Дворца Советов.

1 апреля 1944 г. в ходе Крымской операции был освобожден город Керчь. Первую сваю в эстакаде Кавказского берега забили 24 апреля 1944 г., первое пролетное строение было изготовлено 10 мая. На подходах к мосту отсыпали 400 тыс. куб. м земляного полотна, построили 21 сооружение, уложили 69 км путей, построили линию связи длиной 438 км. 3 ноября 1944 г. по мосту в Крым уже переправлялись воинские эшелоны. 12 февраля 1945 г. по мосту возвращался особо охраняемый поезд советской делегации с Ялтинской конференции. Авария произошла 18–20 февраля 1945 г. На мост со стороны Азовского моря двинулись ледяные поля и несмотря на обстрел и бомбежку лед разрушил 15 промежуточных опор. Восстанавливать мост не было смысла. Фронт после освобождения Донбасса снабжался, уже минуя территорию Крымского полуострова. Восстановление Керченского моста отменили — необходимо было восстанавливать экономику освобожденных регионов.

Новые принципы проектирования сварных конструкций. Е. О. Патон приступил к разработке новых принципов восстановления народного хозяйства УССР еще в 1943 г. В 1944 г. издана первая в мире монография, в которой описаны основы проектирования автосварочных установок для сварки металлоконструкций. В Нижнем Тагиле он провел конференцию по вопросам использования сварки в строительстве [2].

В мае 1944 г. ИЭС возвратился из Нижнего Тагила. В Киеве основной задачей института стала конверсия высокоэффективной «военной» технологии — для «гражданского» применения.

Институту электросварки выделили полуразрушенное здание, которое пришлось восстанавливать. А в «дворцовом» корпусе ИЭС, на втором этаже, Е. О. Патон поселил семьи некоторых сотрудников (В 1970 г. Б. Е. Патон передал это здание городу. В это же время Газпром СССР, Министерство среднего машиностроения СССР, Минмонтажспецстрой и др. ведомства уже строили для института новые корпуса. Строили опять в качестве оплаты за новые технологии, вклад в строительство трубопроводов, кораблей, ракет и за поступления в казну государства миллионов долларов от продажи за границу инновационных Патоновских технологий).

Объем научных исследований значительно расширился. Важной составной частью целенаправленных фундаментальных исследований была проблемы ускоренного сооружения надежных пространственных конструкций. В этом направлении коллективу под руководством Е. О. Патона удалось совершить прорыв к созданию принципиально нового оборудования — универсальной мобильной сварочной аппаратуры (тракторов и шланговых полуавтоматов), высокоэффективных источников питания и систем управления сварочными процессами и опередить мировое развитие такой техники на десятилетия [3].

Е. О. Патон применил «расчленение» конструкций на узлы, сварку специализированными автоматами на конвейерных линиях, специальными сборочно-сварочными установками. Были установлены причины разрушений швов и созданы конструкционные стали для мосто- и судостроения [4].

Прорывные технологии ИЭС им. Е. О. Патона значительно расширили возможности усовершенствования и создания принципиально новых конструкций. Путем совершенствования форм и узлов в ИЭС решались задачи технологичности, снижения их массы, уменьшение количества соединительных деталей. Удалось решить сложнейшую задачу, поставленную Е. О. Патонем, изготавливать в цехах крупнейшие конструкции — многотонные нефтяные резервуары с применением автоматической сварки, что существенно уменьшило трудоемкость и сократило сроки строительства [5].

Строительство цельносварного автомобильного моста им. Е. О. Патона. Образцом универсального применения автоматической сварки под флюсом стало сооружение цельносварного автомобильного моста им. Е. О. Патона через р. Днепр в Киеве. Проект моста был разработан институтом «Укрпроектстальконструкция» под руководством О. И. Шумицкого. Ведущая роль в проектировании, изготовлении и монтаже принадлежала Институту электросварки и лично Е. О. Патону. Мост длиной 1543 м имеет 24 пролета, из них четыре судоходных по 87 м. Фермы запроектированы сплошнотенчатыми двухтаврового сечения с высотой стенки 3,6 м.

Удалось организовать поточность сборочных и сварочных работ. Идея Е. О. Патона — строительство цельносварного моста через р. Днепр в Киеве была реализована с максимальным объемом применения дуговой автоматической сварки под флюсом, в т.ч. и вертикальных швов на монтаже. Объем автоматической сварки на монтаже был доведен до 88%, всего было выполнено 10 000 м швов. 6 ноября 1953 г. мост им. Е. О. Патона был сдан в эксплуатацию и эксплуатируется до сих пор с нагрузкой в 10 раз превышающей первоначальную. Е. О. Патон не дождал до этого события 85 дней. Была доказана возможность изготовления качественных сварных мостов при значительной экономии металла и снижении трудоемкости изготовления. Американским сварочным обществом мост им. Е. О. Патона включен в список выдающихся сварных конструкций XX века.

Работу по направлению «Сварные конструкции», начатую Е. О. Патонем продолжил В. В. Шеверницкий. Последние годы жизни под его руководством исследовались и решались проблемы проектирования сварных конструкций. Особое внимание было уделено сооружениям, трубопроводам, работающим при низких температурах, изучению влияния технологических дефектов сварных соеди-

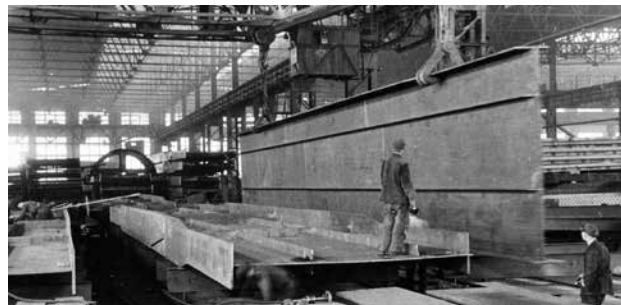


Рис. 2. Сварка балки мостового перекрытия на Заводе металлоконструкций (Днепропетровск)

нений (трещины, непровары) на их работоспособность [6].

С начала 1950-х гг. отдельные направления исследований в области сварных конструкций под руководством директора ИЭС Б. Е. Патона возглавлял заместитель директора А. А. Казимиров. Начальником отдела после В. В. Шеверницкого стал В. И. Новиков — известный специалист в области разработки инженерных методов расчета сварных соединений [7].

Для строительства нового класса сложных объемных металлоконструкций требовались теоретические и экспериментальные исследования натуральных узлов, и в ИЭС им. Е. О. Патона были созданы установки специального испытательного оборудования [8].

Литература

1. Патон Е. О., Шеверницкий В. В. Исследование типов усиления клепаных балок наваркой листов. — М., 1935. — 24 с.
2. Патон Е. О., Севбо П. И., Раевский Г. В., Патон Б. Е. Автоматическая сварка под флюсом строительных металлоконструкций. — М.: Стройиздат, 1944. — 70 с.
3. Севбо П. И. Автосварочные установки и приспособления: Материалы для проектирования. — Киев: Машгиз, 1949. — 146 с.
4. Патон Е. О., Шеверницкий В. В. Сталь для сварных мостов / Автогенное дело, 1949. — № 6 — С. 3–7.
5. Раевский Г. В. Изготовление стальных вертикальных цилиндрических резервуаров методом сворачивания. — М.; Л.: Гостехиздат, 1952. — 115 с.
6. Шеверницкий В. В., Новиков В. И. Статистическая прочность сварных соединений из малоуглеродистой стали / Под ред. Е. О. Патона. — Киев: Изд-во АН УССР, 1951. — 87 с.
7. Новиков В. И. Сварные конструкции. Курс лекций для специалистов-сварщиков из развивающихся стран. — Киев: Наук. думка, 1976. — 123 с.
8. Лобанов Л. М., Кир'ян В. І. Е. О. Патон — видатний інженер і вчений в галузі будівництва мостів // в кн.: Видатні конструктори України. Т. 1 К.: НТУУ „КПІ”. — 2009. — С. 68–75.

● #1737

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

I. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

I.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

I.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

Свар.агрег. DENYO DLW-300LS, одноп., диз.дв., вод. охл., 30-280А, 10,4кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DLW-400LSW, одноп., диз.дв., вод. охл., 60-380А, 15кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DCW-480ESW Evo III Limited Edition CC/CV, двухпост., 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

I.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 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккумулят.	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
SUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW - 333 («Семонт»)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

Установки для аргонодуговой сварки Кетттри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ТТ-1600, МВ-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 ИЭС 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 ИЭС им. Е.О.Патона

I.0140. Сварочные механизированные аппараты (полуавтоматы для дуговой сварки)

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроены в ИП, Ø 0,8-3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. комплекс 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
Инверт. 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) Кетттри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ТР-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10-150 А	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
П/а промышл. «Варио Стар» (160-400 А) «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 ИЭС 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 А, сварка всех сталей и Аl	шт.	27 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0150. Автоматы для дуговой сварки

Свар. трактор HS-1000 с инверт. ИП для одно- и двухдуговой сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора TC-18M, TC-77A, A-1698, TC-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 Кетттри ОУ	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 ИЭС им. Е.О.Патона

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

Плазматроны ВПР-9, ВПР-15, ПВР-402, расход. материалы, комплект. (Binzel)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС 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 ИЭС им. Е.О.Патона

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

PLASMA

Взаимозаменяемые части совместимые с более чем 100 системами плазменной резки мировых производителей таких как HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, SEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, MIGATRONIC®, AJAN®, LINCOLN ELECTRIC® и т. д.

LASER

Взаимозаменяемые части и аксессуары совместимые с TRUMPF®, BISTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI® и т. д.

ООО «Термакат Украина ГмбХ»

08130, Киевская обл., с. Петропавловская Борщаговка, ул. Петропавловская, 24
 тел./факс: (044) 403-16-99
 e-mail: info@thermacut.ua



www.thermacut.ua

OXY-FUEL

Взаимозаменяемые части совместимые с системами газовой резки ведущих мировых производителей MESSER®, HARRIS®, ESAB®

РЕЗАКИ

160 различных ручных и механизированных моделей плазматронов для автоматической и ручной резки. Шланговые пакеты для систем плазменной резки. Плазматроны FHT-EX® разработки THERMACUT

г. Киев: (050) 336-33-91,
 (050) 444-22-45
 г. Николаев: (050) 333-81-61
 г. Харьков: (050) 417-60-68
 г. Львов: (050) 382-46-68

HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, SEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, MIGATRONIC®, AJAN®, LINCOLN ELECTRIC®, TRUMPF®, BISTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI®, MESSER®, HARRIS® являются зарегистрированными торговыми марками. Thermacut® никоим образом не связан с данными производителями.

1.0170. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки

Сварочные роботы Fanuc	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Системы автоматизации сварки Кемтри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО

1.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель	шт.	58,20	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
----------------------	-----	-------	--------------------------	------------------------------

1.0200. Машины контактной сварки и комплектующие

Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. - АI (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогобарит., 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

1.0310. 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 ИЗС им. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0320. Комплексы для электродуговой металлизации

1.0330. 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, кислор.-флюс. резки, клапана предохран., 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

1.0340. Генераторы ацетиленовые

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

1.0350. Редукторы, вентили, смесители, затворы, клапаны

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

1.0360. Установки для газотермического напыления

1.0370. Карбид кальция

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

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

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

ПИИ ООО
«Бинцель Украина ГмбХ»

Тел./факс:
(044) 403-12-99, 403-13-99
(044) 403-14-99, 403-15-99



г. Киев: **(050) 462-72-30**
г. Николаев: **(050) 333-81-61**
г. Харьков: **(050) 417-60-68**
г. Львов: **(050) 382-46-68**
e-mail: info@binzel.kiev.ua

ABICOR BINZEL

www.binzel-abicor.com

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

I.0380. Рукава и шланги

Рукав кислородный (Беларусь), ацетиленовый и кислород. цветной	м	от 6,30	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	---	---------	--------------------------	------------------------------

I.0390. Баллоны газовые

Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO₂) 50, 27, 12, 5 л

	шт.	от 144	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС 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

Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	-----	---------	--------------------------	------------------------------

I.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 ООО
Горелки для аргодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплект. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0530. Реостаты балластные

Реостаты балластные	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
---------------------	-----	------------	--------------------------------	------------

I.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 ИЭС им. Е.О.Патона
Комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0550. Электроинструменты

I.0560. Кабельно-проводниковая продукция

Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, наконечники каб. луженые 16, 25, 35, 50 мм ²	м/шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
--	-------	------------	--------------------------	------------------------------

I.0570 Прочие комплектующие

Контакты KM-600ДВ, KM-400ДВ, клеммы массы	шт	от 840	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
---	----	--------	--------------------------	------------------------------

I.0600. Оборудование для термической обработки

I.0700. Средства для защиты металла и оборудования

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», 500 мл, «Autravit VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл,	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «Antiperl 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

II. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

II.0100. Электроды покрытые металлические

II.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочные электроды Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
АНО-4 (346), МР-3 (346), АНО-21 (346), УОНИ-13/55 (350А), УОНИ 13/45 (342А), повыш. кач.	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЦЛ-39 (Э-09Х1МФ), ЦУ-5 (Э-50А), ТМЛ-3У (Э-09Х1МФ), ТМЛ-1У (Э-09Х1М), ТМУ-21У (350А)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0120. Для сварки нержавеющей сталей

Сварочные электроды Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ОЗЛ-6, ЦЛ-11, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, ЗИО-8, НИИ-48Г, НЖ-13	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЭА-395/9 (Э-11Х15Н25М6АГ2), ЭА-400/10У (Э-07Х19Н11М3Г2Ф)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

II.0140. Для сварки чугуна

МНЧ-2, ЦЧ-4	кг	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

АНР-2М, АНР-3 Ø 4; 5 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-------------------------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0200. Электроды неплавящиеся

Электроды вольфрамовые (Германия, Китай)	шт.	от 10,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
--	-----	---------	--------------------------	----------------------

II.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

II.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочная проволока Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг, Китай	кг	от 15,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
Проволока Св-08А	кг	9,30	(044) 200-8056, 200-8049	Экотехнология ДП 000

II.0320. Для сварки нержавеющей сталей

Сварочная проволока Buehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Св-07Х25Н13 Ø 1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8С3Б (ЭП-305) Ø 2,0 мм, Св-08Х20Н9Г7Т Ø 1,6, 3,0, 4,0 мм	кг	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, Ø 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 ET-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!

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

II.0400. Проволока порошковая

II.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей

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

II.0420. Для наплавки

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

II.0430. Для резки

ППР-ЭК4	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
---------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0500. Флюсы плавные и керамические

II.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей

АН-47, АН-348А, АН-26	кг	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)

Кислород, 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

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. Средства индивидуальной защиты

Фильтры сменные, респираторные маски (с/без клапана) и полумаски	шт.	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 °С «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 внедр. технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
--	-----	------------	--------------------------	----------------------

**Алфавитный указатель
компаний-участников журнала «Сварщик»**

Амити ООО.....	т. (0512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Белгазпромдиагностика УП.....т./ф. (+375 17) 205 08 68, 316 02 00, info@diag.by	
Бинцель Украина ГмБХ ПИИ ООО .т./ф. (044) 403 12 99, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99	
Велдотерм-Україна ТОВ.. т./ф. (03472) 60 330, weldotherm@ukr.net	
Велтек ТМ ООО.....т./ф. (044) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09, 200 87 27	
Запорожстеклофлюс ЧАО.....т./ф. (061) 239 70 61, 239 70 70, 239 70 77, 239 70 79	
Интерхим-БТВ ООО 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 ОООт. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58	
Мигатехиндустрия ООО т. (044) 360 25 21, 500 58 59	
НАВКО-ТЕХ НПФ ООО.....т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53	
Промавтосварка НТЦ ЧПт./ф. (0629) 37 97 31, (044) 222 90 26, м. (067) 627 41 51, (066) 177 86 97	
Рентстор ООО.....т. (044) 383 18 12, м. (095) 899 18 22	
Саммит ОООт./ф. (056) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24	
СЕВИД ЧП КП ... т. (0552) 37 34 58, ф. 37 35 96, м. (067) 550 11 87	
Сумы-Электрод ООО..... т. (0542) 22 54 37, ф. 22 54 38, 22 13 42	
Термакат Украина Гмбх ООО.....т./ф. (044) 403 16 99, м. (050) 336 33 91	
Технолазер-Сварка ООО.. т. (0512) 36 91 20, ф. 50 10 01, 57 21 27	
Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона ООО.. т. (044) 287 27 16, 200 80 42	
Фрониус Украина ООО. т. (044) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44	
Зкотехнология ДП ООО.....т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36	

Подписка-2018 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
Днепропетровск	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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
Киев	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
Кировоград	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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Николаев	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Ровно	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
	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	Цена (грн.)*
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 с.	70
А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с.	70
О. С. Осика та ін. Англо-український та українсько- англійський словник зварювальної термінології. 2005. — 256 с.	70
В. М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. — 196 с.	70
В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с.	70
С. Н. Жизняков, Э. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 368 с.	100
А. Я. Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в совре- менных сварных конструкциях. 2006. — 112 с.	60
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 с.	70
Г. И. Лашенко. Способы дуговой сварки стали плавающим электродом. 2006. — 384 с.	70
А. А. Кайдалов. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. — 456 с.	70
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007. — 292 с.	70
А. Г. Потатьевский. Сварка в защитных газах плавающим электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с.	70
Г. И. Лашенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с.	70
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с.	70
Э. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с.	120
В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. — 400 с.	90
В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 — 194 с.	70
**Г. И. Лашенко. Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с.	80

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки

** Продается только в электронной версии.

Электронные версии книг стоят в два раза дешевле.

**Подписка-2018
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».**

1727	1728	1729	1730	1731	1732	1733
1734	1735	1736	1737	1738	1739	1740
1741	1742	1743	1744	1745	1746	1747
1748	1749	1750	1751	1752	1753	1754
1755	1756	1757	1758	1759	1760	1761
1762	1763	1764	1765	1766	1767	1768
1769	1770	1771	1772	1773	1774	1775

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2018 г.

_____ *подпись*

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2018 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 205×285)	8000			
2 и 7		7000			
На страницах внутренней обложки					
Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*			
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 CMYK, 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: trofimits.welder@gmail.com					
www.welder.stc-paton.com					