

Патоновская марка



СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ 2 2018

март-апрель

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

ДИЗЕЛЬНЫЕ СВАРОЧНЫЕ АГРЕГАТЫ

Японская
надежность
на службе у Вас!

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

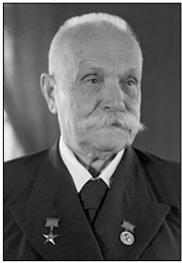
 **Denyo**[®]
since 1948



ООО «РЕНТСТОР» – авторизованный дилер Denyo в Украине
03061, Украина, г. Киев, пр. Отрадный 95г, оф. 432/2
Тел: +38 044 383 18 12, +38 095 899 18 22
e-mail: denyo@rentstore.kiev.ua, www.denyо.com.ua



 **Рентстор**
Генеруємо цілісні рішення



2 (120) 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}

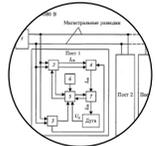
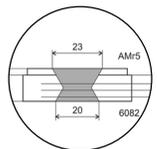
Производственно-технический журнал

№ 2 2018
март-апрель

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Журналу «Сварщик» – 20 лет!	4
Технологии ремонтной наплавки Опыт применения дуговой полуавтоматической и автоматической наплавки при восстановлении изношенных деталей машин и механизмов. <i>И.А. Рябцев, Ю.Н. Кусков, И.А. Кондратьев, И.И. Рябцев</i>	6
Технологии ремонтной сварки Разработки ПАО «Уралмашзавод» и уралмашевцев в области ремонтной сварки массивных конструкций. <i>В.И. Панов, С.В. Кандалов</i>	12
Технологии сварки трением Сварка трением с перемешиванием биметаллического соединения 6082-AMг5. <i>П.А. Васильев, М.А. Шведов, В.М. Смирнов, О.В. Христофоров, В.С. Григорьев</i>	15
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>	18
Экономика сварочного производства Состояние рынка сварочной техники в Украине. <i>А.А. Мазур, С.В. Пустовойт, В.С. Петрук, О.И. Петриенко</i>	27
Новинки сварочного оборудования Сварочные агрегаты DENYO: универсальное оборудование для широкого спектра задач	33
Автоматизация сварочного производства Комплект установок производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической ТИГ-сварки кольцевых и продольных швов	38
Подготовка кадров Применение информационных технологий при подготовке сварочного персонала. Современные тенденции. <i>Л.М. Лобанов, А.Е. Коротынский, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Ю. Буряк, А.Г. Сипаренко, В.Е. Попов, Д.С. Олияненко</i>	45
Вклад ИЭС им. Е. О. Патона в научно-технический прогресс. К 100-летию НАНУ У истоков прорывных технологий современности. К 100-летию со дня рождения Н.Г. Остапенко. <i>А.Н. Корниенко</i>	51
Все для сварки. Торговый Ряд	54



Журналу «Сварщик» - 20 років!	4
Технології ремонтного наплавлення	
● Досвід застосування дугового напівавтоматичного та автоматичного наплавлення при відновленні зношених деталей машин і механізмів. <i>І.О. Рябцев, Ю.М. Кусков, І.О. Кондрат'єв, І.І. Рябцев</i>	6
Технології ремонтного зварювання	
● Розробки ПАТ «Уралмашзавод» та уралмашівців в галузі ремонтного зварювання масивних конструкцій. <i>В.І. Панов, С.В. Кандалов</i>	12
Технології зварювання тертям	
● Зварювання тертям з перемішуванням біметалічного з'єднання 6082-AMг5. <i>П.А. Васил'єв, М.А. Шведов, В.М. Смірнов, О.В. Христорфов, В.С. Григор'єв</i>	15
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>	18
Економіка зварювального виробництва	
● Стан ринку зварювальної техніки в Україні. <i>О.А. Мазур, С.В. Пустовойт, В.С. Петрук, О.І. Петриенко</i>	27
Новинки зварювального обладнання	
● Зварювальні агрегати DENYO: універсальне обладнання для широкого спектру задач.	33
Автоматизація зварювального виробництва	
● Комплекс установок виробництва ТОВ «Навко-Тех» для автоматичного ТІГ-зварювання кільцевих та подовжніх швів.	38
Підготовка кадрів	
● Застосування інформаційних технологій при підготовці зварювального персоналу. Сучасні тенденції. <i>Л.М. Лобанов, А.Є. Коротинський, Н.М. Махлін, В.Є. Водолазський, В.Ю. Буряк, А.Г. Сипаренко, В.Є. Попов, Д.С. Оліяненко</i>	45
Вклад ІЄЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес. До 100-річчя НАНУ	
● У витоків проривних технологій сучасності. До 100-річчя з дня народження М.Г. Остапенко. <i>А.М. Корнієнко</i> ...	51
Все для сварки. Торговий Ряд	54
CONTENT	
«Welder» magazine - 20 years!	4
Technologies of repair surfacing	
● Experience in the use of arc semi-automatic and automatic surfacing when restoring worn out parts of machines and mechanisms. <i>I.A. Ryabtsev, Yu.N. Kuskov, I.A. Kondrat'ev, I.I. Ryabtsev</i>	6
Technologies of repair welding	
● Developments of PJSC «Uralmashzavod» and Uralmash workers in the field of repair welding of massive structures. <i>V.I. Panov, S.V. Kandalov</i>	12
Technologies of friction welding	
● Friction welding with stirring of bimetallic compound 6082-AMg5. <i>P.A. Vasil'yev, M.A. Shvedov, V.M. Smirnov, O.V. Khristoforov, V.S. Grigor'yev</i>	15
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. Korotynskiy, M.I. Skopyuk</i>	18
Economic of welding production	
● The state of the welding equipment market in Ukraine. <i>A.A. Mazur, S.V. Pustovoit, V.S. Petruk, O.I. Petrienko</i>	27
New welding equipment	
● Welding machines DENYO: universal equipment for a wide range of tasks.	33
Automation of welding production	
● A set of plants manufactured by LLC «NAVKO-TECH» for automatic TIG - welding of annular and longitudinal seams.	38
Personnel training	
● Application of information technologies in the training of welding personnel. Modern tendencies. <i>L.M. Lobanov, A.E. Korotynskiy, N.M. Makhlin, V.E. Vodolazskiy, V.Yu. Buriak, A.G. Siparenko, V.E. Popov, D.S. Oliyanenko</i>	45
Contribution of the E.O. Paton EWI in scientific and technological progress. To the 100-th anniversary of NASU	
● At the origins of breakthrough technologies of modernity. On the 100-th anniversary of the birth of N.G. Ostapenko. <i>A.N. Kornienko</i>	51
All for welding. Trading row	54

 Свидетельство о регистрации
 КВ № 21846-11746 ПП 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. Фартушний (председатель), Н. В. Высокопян, 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
 trofimits.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 03.04.2018. Формат 60x84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 25967 от 03.04.2018. 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

Опыт применения дуговой полуавтоматической и автоматической наплавки при восстановлении изношенных деталей машин и механизмов.

И. А. Рябцев, Ю. Н. Кусков, И. А. Кондратьев, И. И. Рябцев

Представлены результаты работ по выбору или созданию материалов, технологий и техники полуавтоматической и автоматической дуговой наплавки деталей различных машин и механизмов. Основное внимание уделено продлению ресурса эксплуатации крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов. Описан опыт ИЭС им. Е. О. Патона по применению наплавки при восстановлении уникальных деталей: опорно-поворотного устройства крана МКТ-250 грузоподъемностью 250 т; автоматической наплавки вала привода эскалатора станции киевского метрополитена без его подъема на поверхность; валов гидротурбин Ингурской ГЭС (Грузия) массой до 12 т.

Разработки ПАО «Уралмашзавод» и уралмашевцев в области ремонтной сварки массивных конструкций.

В. И. Панов, С. В. Кандалов

На основе многолетней практики решения проблем ремонтной сварки массивных конструкций сложной формы оборудования индивидуального тяжелого машиностроения на Уралмашзаводе разработана методология выполнения этих работ. Это позволило сформулировать научный подход к принятию решения выполнения восстановления работоспособности конструкций указанного класса.

Сварка трением с перемешиванием биметаллического соединения 6082-AMг5.

П. А. Васильев, М. А. Шведов, В. М. Смирнов, О. В. Христофоров, В. С. Григорьев

Рассмотрены преимущества процесса сварки трением с перемешиванием, дающие возможность получения высоких прочностных характеристик сварного шва при соединении конструкционных элементов из разноименных алюминиевых сплавов. Проведены поисковые опытные работы по сварке термоупрочняемых алюминиевых сплавов, прочностные характеристики которых уменьшаются при нагреве в процессе сварки. Представлены исследуемые образцы и приведены параметры испытаний. Проведение опытных работ позволяет подобрать необходимые комбинации геометрии сварного шва, присадочных материалов, технологических режимов для получения приемлемых значений прочностных свойств изделий.

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. Скопюк

Представлены результаты работ ИЭС им. Е. О. Патона и НИЦ СКАЭ по созданию разработанных впервые в Украине технологий и оборудования для автоматической орбитальной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (GTAW) с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм из сталей аустенитного, перлитного и мартенситного классов, высоколегированных сплавов, цветных металлов, а также разработанных впервые в мире многопостовых систем GTAW для сварки неповоротных стыков трубопроводов в диапазоне диаметров от 7 до 219 мм. Рассмотрены особенности работы разработанного отечественного оборудования для многопостовой GTAW сварки трубопроводов и перспективы усовершенствования этого оборудования.

Состояние рынка сварочной техники в Украине.

А. А. Мазур, С. В. Пустовойт, В. С. Петрук, О. И. Петриенко

Сварка является основной технологией соединения материалов в производственном процессе базовых отраслей промышленности и строительства. В статье представлена систематизированная экономико-статистическая информация о состоянии и развитии рынка сварочного оборудования и материалов в Украине, показатели объемов их производства и экспортно-импортных операций.

Досвід застосування дугового напівавтоматичного та автоматичного наплавлення при відновленні зношених деталей машин і механізмів.

І. О. Рябцев, Ю. М. Кусков, І. О. Кондрат'єв, І. І. Рябцев

Представлено результати робіт по вибору або створенню матеріалів, технологій і техніки напівавтоматичного та автоматичного дугового наплавлення деталей різних машин та механізмів. Основна увага приділена продовженню ресурсу експлуатації великогабаритних деталей устаткування гірничозбагачувальних комбінатів. Описано досвід ІЕЗ ім. Є. О. Патона із застосування наплавлення при відновленні унікальних деталей: опорно-поворотного пристрою крана МКТ-250 вантажопідйомністю 250 т; автоматичним наплавленням валу приводу ескалатора станції київського метрополітену без його підйому на поверхню; валів гідротурбін Інгуурської ГЕС (Грузія) масою до 12 т.

Розробки ПАТ «Уралмашзавод» та уралмашівців в галузі ремонтного зварювання масивних конструкцій.

В. І. Панов, С. В. Кандалов

На основі багатолітньої практики рішення проблем ремонтного зварювання масивних конструкцій складної форми обладнання індивідуального мажкого машинобудування на Уралмашзаводі розроблено методологію виконання цих робіт. Це дозволило сформулювати науковий підхід до прийняття рішення виконання відновлення працездатності конструкцій вказаного класу.

Зварювання тертям з перемішуванням біметалічного з'єднання 6082-AMг5.

П. А. Васильєв, М. А. Шведов, В. М. Смірнов, О. В. Христофоров, В. С. Григор'єв

Розглянуто переваги процесу зварювання тертям з перемішуванням, що дають можливість отримання високіх міцнісних характеристик зварного шву при з'єднанні конструкційних елементів із різномісних алюмінієвих сплавів. Проведено пошукові дослідні роботи із зварювання термозмцнюючих алюмінієвих сплавів, міцнісні характеристики яких зменшуються при нагріві в процесі зварювання. Представлено досліджувані зразки та приведені параметри досліджень. Проведення дослідних робіт дозволяє підібрати необхідні комбінації геометрії зварного шву, присадкових матеріалів, технологічних режимів для отримання прийнятних значень міцнісних властивостей виробів.

Автоматизація зварювання неповоротних стиків трубопроводів.

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

Представлено результати робіт ІЕЗ ім. Є. О. Патона та НИЦ ЗКАЕ із створення розроблених уперше в Україні технологій і обладнання для автоматичного орбітального зварювання неплавким електродом в середовищі інертних газів (GTAW) з подаванням присадкового дроту та коливаннями неплавкого електроду неповоротних стиків трубопроводів діаметром від 42 до 76 мм з товщиною стінки до 7,0 мм із сталей аустенітного, перлітного та мартенситного класів, високолегованих сплавів, кольорових металів, а також розроблених уперше в світі багатопостових систем GTAW для зварювання неповоротних стиків трубопроводів в діапазоні діаметрів від 7 до 219 мм. Розглянуто особливості роботи розробленого вітчизняного обладнання для багатопостового GTAW зварювання трубопроводів та перспективи удосконалення цього обладнання.

Стан ринку зварювальної техніки в Україні.

О. А. Мазур, С. В. Пустовойт, В. С. Петрук, О. І. Петриенко

Зварювання є основною технологією з'єднання матеріалів у виробничому процесі базових галузей промисловості та будівництва. У статті представлено систематизовану економіко-статистичну інформацію про стан та розвиток ринку зварювального обладнання і матеріалів в Україні, показники об'ємів їх виробництва та експортно-імпорتنних операцій.

Уважаемые коллеги!

Вы держите в руках сто двадцатый номер производственно-технического журнала «Сварщик», выход которого совпал с 20-й годовщиной издания его первого номера в апреле 1998 г.

Уверены, что это знаменательное событие является важным не только для учредителей и издателей журнала, сотрудников коллектива редакции, редколлегии, редакционного совета, авторов публикуемых в журнале статей, но и для Вас, наших постоянных читателей!

В работе над каждым номером журнала мы руководствуемся высокой требовательностью и профессиональным подходом к отбору публикуемых материалов, корректным отношением к авторам, стараемся донести до читателей полезные знания и опыт, рассказать о новейших научно-технических достижениях исследователей, разработчиков и производителей, чтобы сделать журнал «Сварщик» надежным и авторитетным источником актуальных и практических сведений для специалистов сварочного производства в непростых условиях рыночной экономики.

Каждый номер «Сварщика», мы надеемся, становится «настольной книгой» широкого круга работников технических, маркетинговых и логистических подразделений промышленных предприятий и строительных организаций не только в Украине, но и за ее пределами.

В 2003 г. на базе журнала «Сварщик» начато издание журнала «Сварщик в Белоруссии», а с 2006 г. в России (Москва) издается «Сварщик в России». Журнал известен и в Германии, Польше, Словакии, Латвии, Литве, Китае, Казахстане, что способствует укреплению единого международного информационного пространства и связи между специалистами, работающими в сварочном производстве.

Учредителем журналов «Сварщик» является ИЭС им. Е. О. Патона, НАНУ, а издателем НТК ИЭС им. Е. О. Патона.

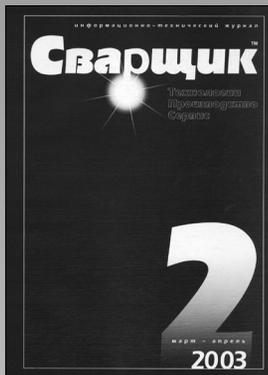
Журнал «Сварщик» распространяются, в основном, по подписке, ДП «Пресса» – Укрпочта, подписные агентства и редакция, а также специализированные выставки.

Часть тиража мы отправляем промышленным предприятиям в различные области Украины – главным сварщикам, начальникам цехов, лабораторий сварки, аттестационных сварочных комиссий, а также атомным станциям, Энергоатому, оборонным и др. предприятиям.

Нам очень важна обратная связь с руководителями и специалистами этих предприятий. Пишите, звоните, обращайтесь к нам, сообщайте о Ваших проблемах и трудностях, и мы, вместе с ИЭС им. Е. О. Патона, постараемся Вам помочь советами, возможно технологиями и способами их использования.

Мы приложим наши силы и профессионализм для неуклонного роста интереса и востребованности журнала «Сварщик» отечественными и зарубежными читателями, увеличения аудитории его читателей и подписчиков.

*Главный редактор Позняков В.Д.
зам. главного редактора Абрамишвили В.Г.*



Уважаемые коллеги!

Прошло 20 лет с тех пор, как Вы впервые взяли в руки журнал «Сварщик». Прошедшие годы были связаны с напряженным созидательным трудом организаторов и издателей журнала, стремящихся сделать его лучше и по содержанию и по оформлению.

Совет Общества сварщиков Украины сердечно поздравляет с этим событием учредителей, редколлегии, коллектив редакции, редакционный совет, авторов и читателей журнала.

Учитывая экономическое положение страны 20 лет назад, организация издания нового технического журнала была достаточно смелым шагом. Сегодня мы видим, что он был оправдан.

Технический уровень практически всех отраслей промышленности во многом определяется состоянием сварочного производства, т.к. сварка является основным технологическим процессом при изготовлении машин и механизмов, строительных и транспортных конструкций, используемых человеком в своей деятельности.

Журнал «Сварщик» своей рубрикой «Новости техники и технологии» взял на себя миссию доведения до конкретных производителей информации о новейших технологических решениях в области сварки и родственных технологий.

Большой заслугой журнала является также организация рубрики ответов на конкретные вопросы читателей.

Сегодня журнал пользуется большой популярностью среди специалистов не только в Украине, но и за рубежом. С 2003 г. издается журнал «Сварщик в Белоруссии», а с 2006 г. — «Сварщик в России».

От всей души желаем коллективу редакции журнала «Сварщик», доброго здоровья, удачи и успехов в работе и жизни.

*В.Г. Фартушный, президент
Общества сварщиков Украины (ОСУ)
В.М. Илюшенко, исполнительный директор ОСУ*

Олегу Григорьевичу Быковскому — 80!



В феврале 2018 г. исполнилось 80 лет со дня рождения видного ученого, известного специалиста в области сварки и наплавки медных сплавов, сварки трудно-свариваемых разнородных металлов и плазменного напыления, доктора технических наук, профессора О.Г. Быковского.

С 1961 г. после окончания Ленинградского кораблестроительного института работал в отрасли судостроения и судоремонта, а в 1963 г. перешел на работу в Запорожский машиностроительный институт, где прошел путь от инженера до доцента и профессора кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства».

О.Г. Быковский успешно сочетает педагогическую и научную работу. Им были проведены исследования по разработке и внедрению электродных материалов и технологии наплавки латунных гребных винтов, роторных питателей установок непрерывной варки целлюлозы, сварки корпусов теплообменных аппаратов из алюминиевой бронзы. В 1970 г. в ИЭС им. Е.О. Патона успешно защитил кандидатскую диссертацию. Работа О. Г. Быковского

была связана также с исследованиями по защите от коррозии объектов целлюлозно-бумажного производства путем плакирования нержавеющей стали и титаном.

В 1991 г. он защитил в МВТУ им. Н.Э. Баумана докторскую диссертацию по сварке титана со сталью. Сейчас он занимается и вопросами повышения прочности и износостойкости рабочих поверхностей путем нанесения плазменных покрытий. Он автор более 180 научных публикаций, в т.ч. 5 справочников и 3 учебных пособий. Под его руководством защищены 2 кандидатские и 1 докторская диссертации.

Является председателем Запорожского отделения Общества сварщиков Украины, награжден Почетным знаком ОСУ «За личный вклад в развитие сварочного производства».

Сердечно поздравляем нашего автора О.Г. Быковского с юбилеем, желаем крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

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

Опыт применения дуговой полуавтоматической и автоматической наплавки при восстановлении изношенных деталей машин и механизмов

И. А. Рябцев, д.т.н., Ю. Н. Кусков, д.т.н., И. А. Кондратьев, к.т.н., И. И. Рябцев, к.т.н.,
«ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ (Киев)

Представлены результаты работ по выбору или созданию материалов, технологий и техники полуавтоматической и автоматической дуговой наплавки деталей различных машин и механизмов. Основное внимание уделено продлению ресурса эксплуатации крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов: станин, корпусов, колец и валов конусов конусных дробилок; корпусов тележек машин обжига для производства доменных окатышей; зубчатых венцов шаровых мельниц размолы руды. Описан также опыт ИЭС им. Е. О. Патона по применению наплавки при восстановлении уникальных деталей: опорно-поворотного устройства (ОПУ) крана МКТ-250 грузоподъемностью 250 т; автоматической наплавки вала привода эскалатора одной из станций киевского метрополитена без его подъема на поверхность; валов гидротурбин Ингурской ГЭС (Грузия) массой до 12 т.

Наплавка является одним из наиболее эффективных и экономически выгодных способов восстановления и упрочнения изношенных деталей различных машин и механизмов. Однако, в этом случае применение наплавки усложняется разнообразием конструкций изношенных деталей, значительным многообразием условий их работы, а также большой номенклатурой применяемых для их изготовления сталей и сплавов.

При наплавке, как правило, приходится иметь дело с проблемами сварки разнородных материалов, один из которых, чаще всего, относится к удовлетворительно или плохо свариваемым и имеет пониженную трещиностойкость. Для борьбы с трещинами применяют наплавку подслоя из пластичных сталей, предварительный, а иногда и сопутствующий подогрев, замедленное охлаждение детали после наплавки. Все эти меры требуют дополнительных материальных и энергетических затрат и, в связи с ростом цен на энергоносители, снижают эффективность применения наплавки.

С учетом этих обстоятельств, в ИЭС им.Е.О.Патона разрабатывались порошковые проволоки для дуговой наплавки, обеспечивающие получение наплав-

ленного металла высокой трещиностойкости и обладающие необходимыми эксплуатационными свойствами: абразивной износостойкостью, термической стойкостью, антикоррозионными свойствами и т.д.

В ИЭС разработана порошковая проволока ПП-АН202, наплавленный металл которой соответствует низкоуглеродистой высоколегированной хромомарганцевой стали и имеет высокую износостойкость в условиях трения металла по металлу с прослойкой абразива. Наплавленный металл этого типа упрочняется в результате действия высоких контактных нагрузок, что еще больше повышает его износостойкость. Проволока ПП-АН202 рекомендуется для наплавки деталей из средне- и высокоуглеродистых сталей без или с минимальным подогревом.

Порошковые проволоки ПП-АН193 и ПП-АН204 обеспечивают получение наплавленного металла типа мартенситно-стареющих сталей, имеющих высокую твердость, термическую стойкость и износостойкость при трении металла по металлу при повышенных температурах после отпуска. Этими проволоками рекомендуется наплавлять без подогрева штампы и штамповую оснастку из инструментальных сталей для горячего и холодного деформирования металлов.

В ИЭС им. Е. О. Патона разработаны экономно легированные порошковые проволоки для дуговой наплавки (суммарное содержание легирующих элементов $\leq 5\%$) с триботехническими характеристиками на уровне высоколегированных наплавочных материалов. Так, металл, наплавленный экономно легированной порошковой проволокой ПП-АН194, имеет показатели износостойкости в 2–3 раза выше, чем в аналогичных по легированию, разработанных ранее материалах для наплавки, что достигается за счет формирования в наплавленном металле структур, отвечающих принципу Шарпи: отдельные весьма твердые включения с низким коэффициентом трения и малой склонностью к задирам находятся в пластической матрице.

С использованием этих материалов были разработаны технологии дуговой наплавки ответствен-

ных деталей оборудования горно-обогажительных комбинатов (ГОК). Работы проводились совместно с ПКФ «Укркомплект», ООО «АЛЬЯНС ГРУПП», ДП «Кривбасстехмаш» (Кривой Рог). Восстанавливались корпусные детали (станины и корпуса колец, валы конусов) конусных дробилок; корпуса тележек машин обжига для производства окатышей; зубчатые венцы шаровых мельниц размола руды и т.д. [1, 2, 3]. Следует отметить, что все эти детали имеют большую массу, они длительное время находились в эксплуатации, что могло привести к накоплению в них усталостных повреждений. Внешним осмотром дефекты усталостного происхождения (трещины), как правило, не выявляются, но под действием термического цикла наплавки они могут раскрываться и переходить в наплавленный металл, что недопустимо. Поэтому в разработанных технологиях восстановления большинства из упомянутых деталей предусматривалось применение ультразвукового контроля и цветной дефектоскопии наплавляемых и примыкающих к ним поверхностей.

Для восстановления изношенных поверхностей станины и корпуса кольца (рис. 1) использовали полуавтоматическую наплавку самозащитной порошковой проволокой ПП-АН198, которая обеспечивает получение наплавленного металла с механическими показателями, близкими к основному металлу. Наплавку изношенных поверхностей

станины проводили отдельными секторами в несколько слоев. При необходимости делали кантовку станины для установки наплавляемой поверхности в удобное для наплавки положение. Общее время наплавки одной станины 17 суток, на наплавку было использовано более 600 кг порошковой проволоки. Механическая обработка наплавленных поверхностей станины не вызывала осложнений. После механической обработки на наплавленных поверхностях цветной дефектоскопией дефектов выявлено не было.

Аналогично проводили наплавку корпуса кольца. Сначала наплавляли торцевые поверхности (при его горизонтальном расположении). Наплавку вели секторами в два слоя. Потом наплавляли конические и вертикальные поверхности, которые контактируют с аналогичными поверхностями на станине. Наплавку изношенных или разрушенных витков упорной резьбы начинали с горизонтального участка и проводили также секторами. При необходимости, в некоторых зонах наплавки применяли подформовку наплавленного металла при помощи медных пластин. Общее количество порошковой проволоки, затраченной на наплавку корпуса кольца, превысила 500 кг. Механическая обработка корпуса кольца не вызывала трудностей, по результатам цветной дефектоскопии дефекты в наплавленном металле отсутствовали.

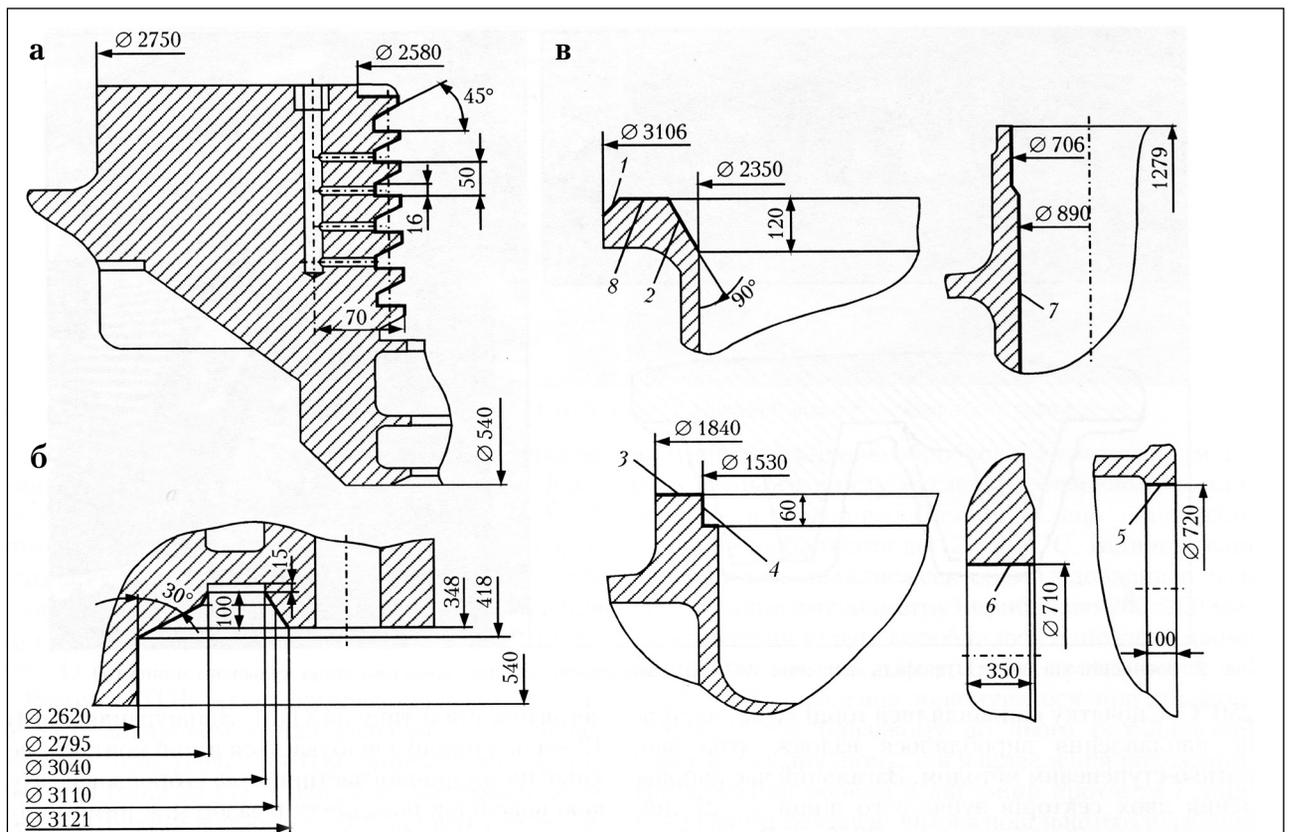


Рис. 1. Схематическое изображение корпуса кольца (а, б) и станины (в) (наплавляемые поверхности обозначены утолщенными линиями)

Корпуса тележек машин обжига доменных окатышей имеют массу около 5 т, длину примерно 4 м и отливаются из стали 14ХМТЛ. Тележки собираются в замкнутую агломерационную ленту, на которой в процессе обжига находятся доменные окатыши. Основной причиной выхода тележек из строя является деформация их боковых балок в результате периодического нагрева и охлаждения в процессе обжига окатышей. Внешний осмотр корпусов 70 тележек, вышедших из строя и подлежащих восстановлению, показал, что на них практически отсутствует окалина. Ультразвуковой контроль не выявил трещин термической усталости на поверхностях, подлежащих восстановлению.

Для наплавки тележек использовали полуавтоматическую наплавку самозащитной порошковой проволокой ПП-АН198, которая обеспечивает получение наплавленного металла близкого по составу к корпусам тележек. В зависимости от величины прогиба выбирали количество наплавляемых слоев. После наплавки каждого слоя выполняли механическую зачистку наплавленной поверхности абразивными кругами. После завершения наплавки механически зачищали наплавленную поверхность по всей длине балки, обеспечивая зазор между наплавленной поверхностью и специальным шаблоном не более 1–2 мм. Общее количество металла, наплавленного на один корпус тележки, составил 110–120 кг. По предложенной технологии было наплавлено более 70 штук тележек.

Совместно с ПКФ «Укркомплент» была разработана технология наплавки изношенных зубьев венца привода вращения шаровой мельницы со следующими характеристиками зубьев: модуль – 20; количество – 268; длина – 800 мм; угол наклона $\approx 5^\circ$; внешний диаметр венца – 5410 мм; количество секторов – 2; общая масса двух секторов венца – 16,5 т.

Перед наплавкой выполняли ультразвуковой контроль и цветную дефектоскопию изношенных поверхностей зубьев и их корневой зоны. Обнаруженные дефекты удалялись абразивными кругами.

Зубья наплавляли полуавтоматическим способом порошковой проволокой ПП-АН198 в непрерывном режиме с предварительным подогревом до 200–250 °С. Сначала наплавляли торцы зубьев, затем проводили наплавку вдоль зуба обратно-ступенчатым методом. Общее время наплавки двух секторов зубчатого венца – 27 суток, затраты порошковой проволоки – 2350 кг. Всего было наплавлено и обработано три зубчатых венца (рис. 2).

Наибольшие сложности возникли при разработке технологии наплавки вала конуса конусной дробилки, который изготавливается из стали 40 или низколегированной стали типа 34ХНМ. Изнашивание (до 10–12 мм на сторону) происхо-

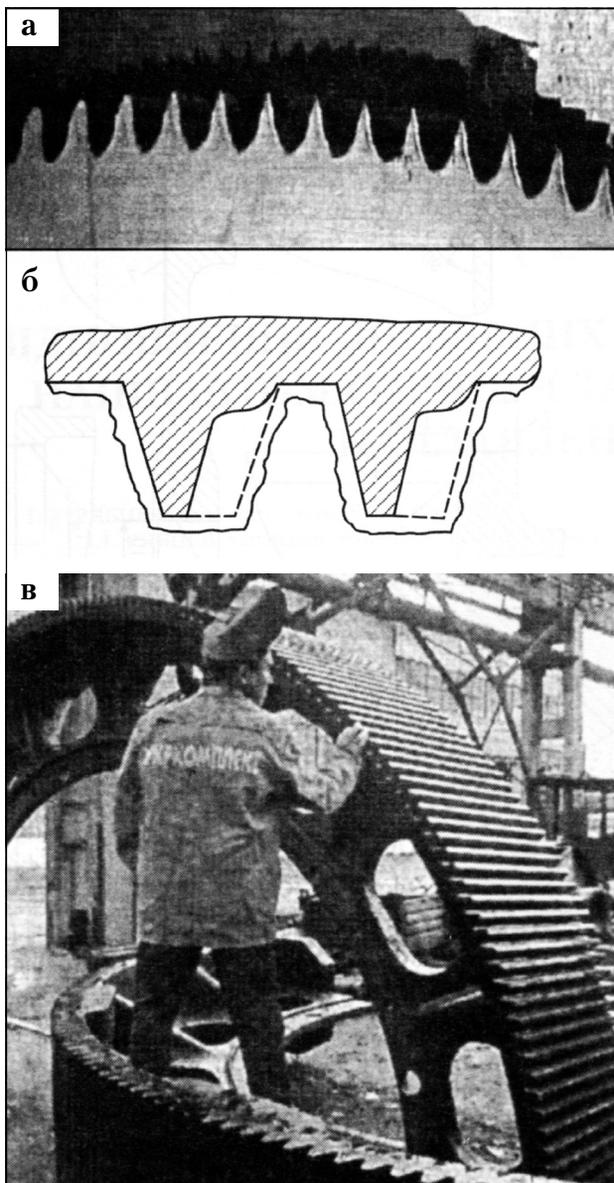


Рис. 2. Внешний вид (а), профиль изношенных зубьев (б) и восстановленные сектора зубчатого венца шаровой мельницы (в)

дит в зоне контакта верхней цилиндрической части вала с бронзовой втулкой в результате попадания в зазор между ними пыли с повышенными абразивными свойствами. Во время эксплуатации выходит из строя и часть вала с упорной резьбой, на который подвешен конус.

В этом случае в результате проявления усталостных процессов происходят отколы отдельных витков резьбы (модуль резьбы 40) или локальное разрушение нескольких ее витков. Перед наплавкой на восстанавливаемом участке проводят ультразвуковой контроль. В случае наличия трещин усталостного происхождения, они обязательно удаляются при помощи механической обработки абразивными кругами. Для наплавки использовали самозащитные порошковые наплавочные проволоки марок ПП-АН198 и ПП-АН202.

Изношенную цилиндрическую часть конуса наплавляли порошковой проволокой ПП-АН198, а более нагруженную резьбу – высоколегированной проволокой ПП-АН202 (рис. 3). Наплавленный металл имеет твердость не более HRC30, что позволяет без больших сложностей проводить его механическую обработку, после которой качество наплавленного металла контролировали ультразвуковым методом. Затраты на восстановление валов конусов не превышали 30% от стоимости новых при приблизительно одинаковом сроке эксплуатации.

В ИЭС была разработана технология наплавки деталей из стали Г13Л, эксплуатирующихся в условиях абразивного изнашивания с интенсивными ударными нагрузками. Для наплавки использовали порошковую проволоку ПП-АН105 в самозащитном варианте и под флюсом АН-26. Полуавтоматической наплавкой с использованием самозащитной проволоки ПП-АН105 наплавляли лифтеры и детали футеровок мельниц самоизмельчения из стали Г13Л.

Проволокой ПП-АН105 под флюсом АН-26 на установке У653 автоматически наплавляли цилиндрические валки валковых дробилок. Порошковая проволока ПП-АН105 хорошо зарекомендовала себя и при восстановлении ковшей карьерных экскаваторов объемом 5, 8 и 10 м³ (рис. 4) [4].

Вместе с ООО «Центрстальконструкция» и ГП СУ-39 была проведена наплавка опорно-

поворотного устройства (ОПУ) уникального крана МКТ-250 (рис. 5) [5]. Кран позволяет проводить монтаж конструкций массой до 250 т на высоте 57 м. По конструкции ОПУ представляет собой крупногабаритный радиально-упорный роликовый подшипник большой массы. Так, например, масса зубчатого кольца ОПУ достигает 1,5 т, а средний диаметр 3 м. Детали ОПУ изготовлены из высокоуглеродистых низколегированных сталей 50Х и 50ХГМ.

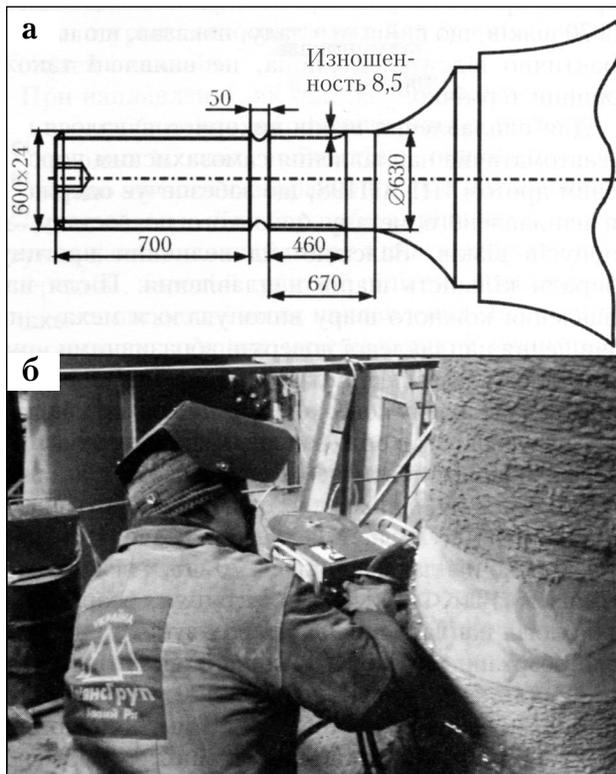


Рис. 3. Восстановление вала конусной дробилки дуговой наплавкой: а – изображение восстанавливаемой поверхности конуса; б – полуавтоматическая наплавка изношенной поверхности конуса

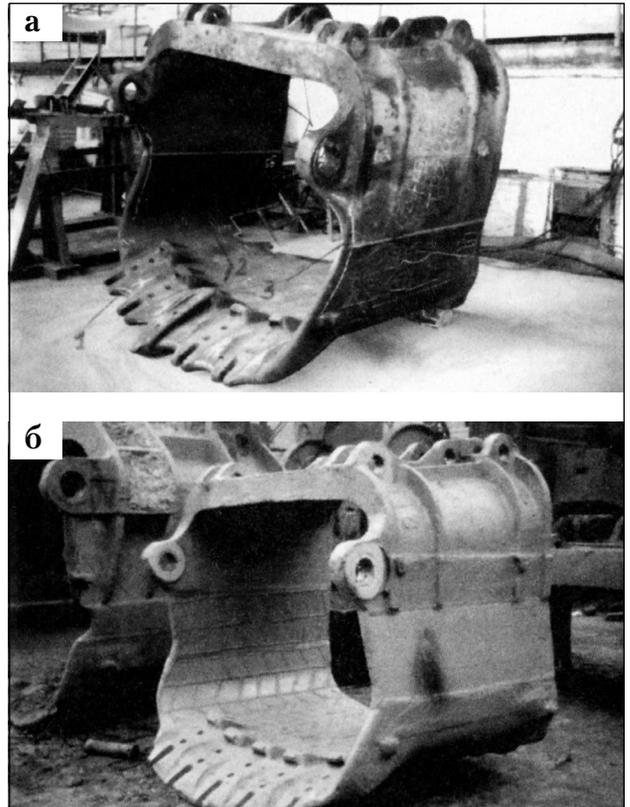


Рис. 4. Восстановление изношенного ковша экскаватора объемом 5 м³: а – изношенный ковш; б – ковш после восстановления

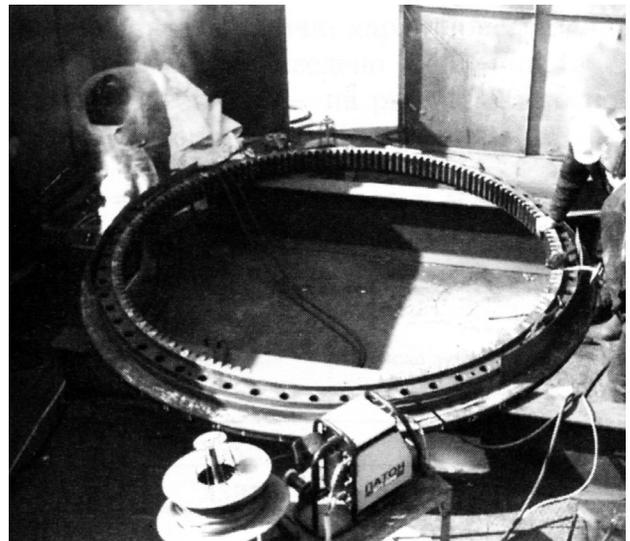


Рис. 5. Полуавтоматическая наплавка зубчатого кольца опорно-поворотного устройства крана МКТ-250

Внешний осмотр, цветная и ультразвуковая дефектоскопия показали, что для поверхностей катания зубчатого и соединительного колец ОПУ характерно механическое изнашивание беговых дорожек и усталостное изнашивание в результате многократного передеформирования одних и тех же объемов металла. Для наплавки обоих колец использовали самозащитную порошковую проволоку ПП-АН202 Ø 2,0 мм.

Поверхности, подлежащие наплавке, прошли ультразвуковой контроль и цветную дефектоскопию. Обнаруженные дефекты были устранены механической обработкой. С учетом достаточно высокого содержания углерода в основном металле, перед наплавкой участки колец подогревали газовыми горелками до 120–150 °С. Восстанавливаемые поверхности наплавляли секторами с длиной дуги (по внешнему диаметру) приблизительно 200–250 мм. Наплавка колец проводилась одновременно двумя наплавщиками на диаметрально противоположных участках. Наплавка проводилась при горизонтальном или близком к нему расположении поверхностей в удобном для наплавки положении. Наплавку проводили в две смены на протяжении 7 дней. После этого обеспечивалось медленное охлаждение наплавленных колец. Наплавленные кольца ОПУ были механически обработаны, дефектов в наплавленном слое при ультразвуковом и цветном контроле не было выявлено. Восстановленное ОПУ, было установлено на кран МКТ-250, который успешно продолжает эксплуатироваться после ремонта.

Для наплавки вала привода эскалатора одной из станций киевского метрополитена без его подъема на поверхность была разработана установка, позволяющая проводить автоматическую наплавку и механическую обработку вала до и после наплавки (рис. 6). Валы изготавливаются из углеродистых конструкционных сталей и для их наплавки без подогрева

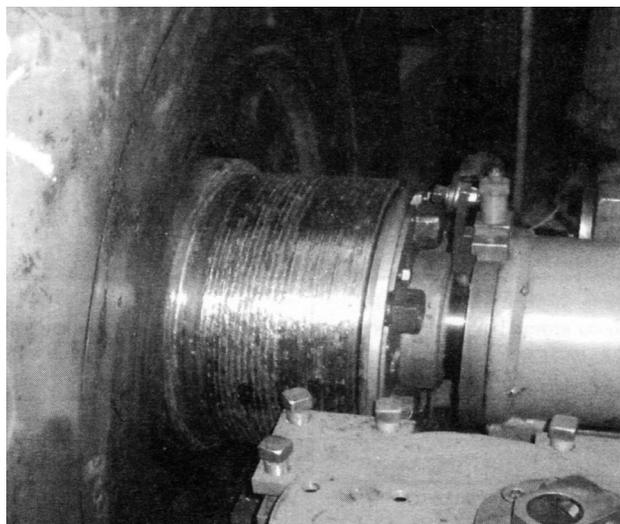


Рис. 6. Наплавка вала привода эскалатора метрополитена

использовали порошковую проволоку ПП-АН202 Ø 2,0 мм. Изнашивание вала, как правило, небольшое, поэтому наплавка проводилась в один слой.

С использованием экономно легированной порошковой проволоки ПП-АН194, которая обеспечивает получение наплавленного металла с повышенными триботехническими характеристиками, были разработаны технологии автоматической наплавки деталей, работающих в условиях сухого трения металла по металлу: крановых колес, катушек шнеков диффузионных аппаратов сахарных заводов и т.п. (рис. 7).

ИЭС им. Е. О. Патона совместно с предприятием АО «Сакэнергоремonti» (Грузия) разработано оборудование и технология ремонта изношенных поверхностей валов гидротурбин Ингурской ГЭС. В результате эксплуатации на гидроэлектростанции поверхности валов, контактирующие с потоком воды, подвергаются коррозионно-механическому и кавитационному изнашиванию. Восстановлению наплавкой под флюсом подлежат валы диаметрами до 1500 мм и длиной до 4500 мм, масса вала — до 12 т.

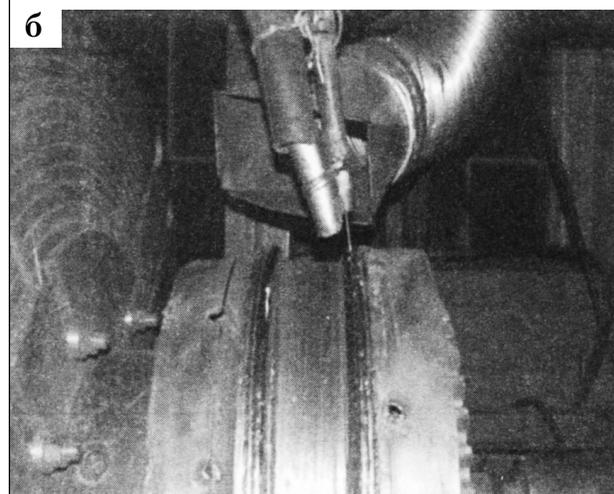
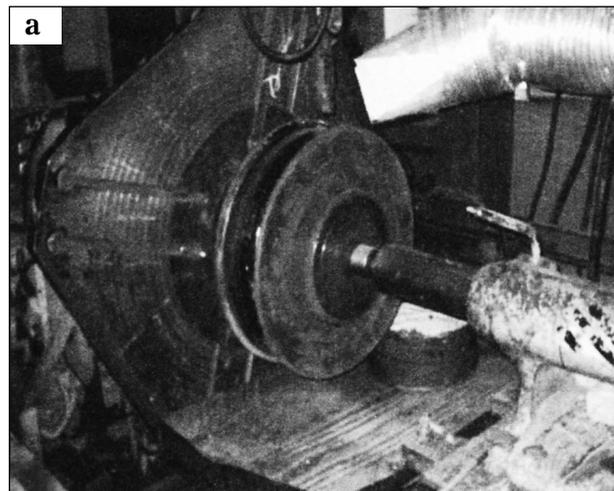


Рис. 7. Автоматическая наплавка порошковой проволокой ПП-АН194 поверхности катания (а) и реборды (б) кранового колеса

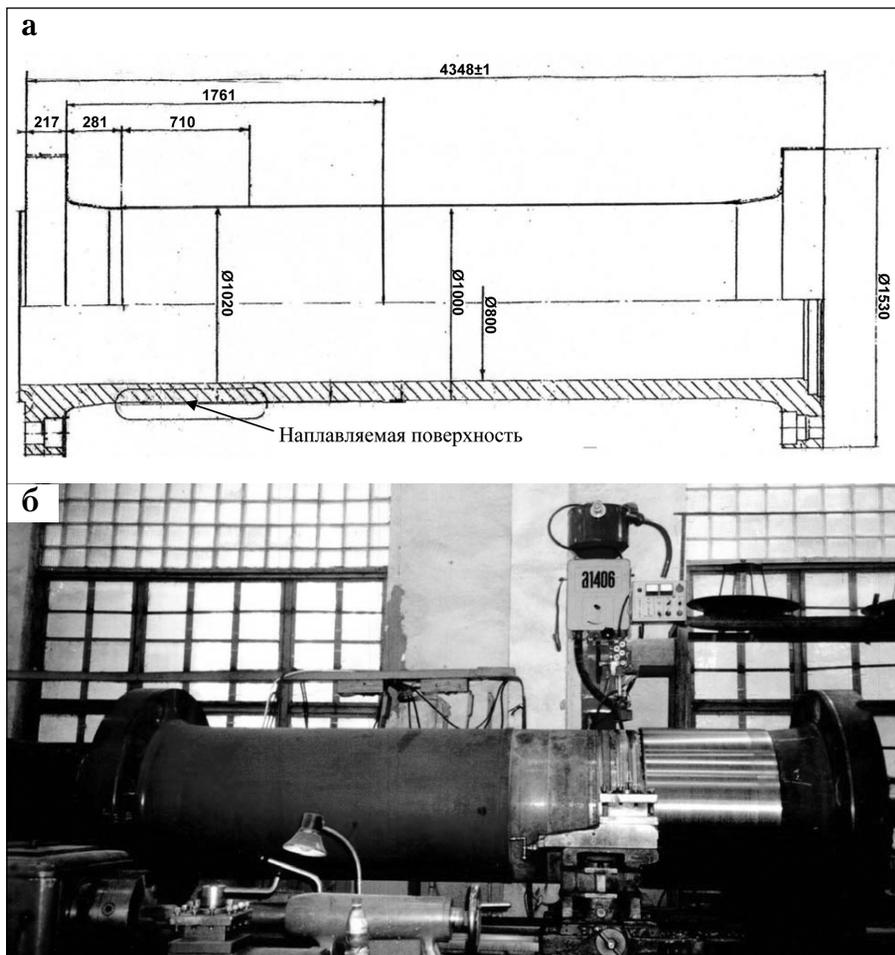


Рис. 8. Эскиз вала гидротурбины (а) и процесс дуговой наплавки изношенной поверхности вала гидротурбины на установке на базе токарного станка ДИП-500 (б)

Диаметр восстанавливаемой поверхности около 1000 мм, длина — 450–1000 мм (рис. 8, а, б).

На базе токарного станка ДИП-500 была создана установка, позволяющая проводить автоматическую наплавку и механическую обработку вала до и после наплавки (рис. 8, б). Установка комплектуется сварочным автоматом А-1406 и источником питания с номинальным током наплавки ≥ 500 А. Установка обеспечивает наплавку валов по винтовой линии.

Поверхность вала, подлежащая наплавке (рис. 8, а), обрабатывали на токарном станке до полного удаления с наплавляемой поверхности всех дефектов. Обработанную под наплавку поверхность проверяли на наличие дефектов ультразвуковым контролем. Местные дефекты после токарной обработки зачищали абразивными кругами.

Предварительно выполняли наплавку подслоя сплошной сварочной проволокой Св-08А диаметром 3,0 мм под флюсом АН-348А. Для вала гидротурбины с номинальным диаметром 1000 мм наплавка подслоя выполняется до диаметра 1018–1020 мм. После наплавки подслоя вал протачивали до диаметра 1010 мм. После проточки выполняли ультразвуковой контроль наплавленного слоя.

Затем наплавляли антикоррозионный слой сплошной высоколегированной проволокой Св-08Х20Н10Г7Т диаметром 3,0 мм под флюсом АН-26П или АН-26ПУ. Техника наплавки аналогична наплавке подслоя. Наплавка антикоррозионного слоя выполнялась до диаметра 1030 мм.

После наплавки антикоррозионного слоя вал протачивался на заданный размер и проводился ультразвуковой контроль наплавленного слоя. Дефектов в наплавленном слое не было обнаружено.

Представленный в данной статье относительно неполный перечень восстановленных при помощи наплавки деталей, в основном крупногабаритных, убедительно показывает большие потенциальные возможности применения разработанных наплавочных материалов и технологий наплавки изношенных поверхностей деталей машин и механизмов различного назначения.

Литература

1. Рябцев И. А., Кусков Ю. М., Маховский Ю. А. и др. Восстановление крупногабаритных деталей оборудования горно-обогатительных комбинатов методами дуговой наплавки // Сварщик. — 2002. — № 1. — С. 6–8.
2. Рябцев И. А., Кусков Ю. М., Поддубский А. И. Восстановление деталей конусной дробилки дуговой наплавкой // Сварщик. — 2004. — № 1. — С. 16–17.
3. Рябцев И. А., Черняк Я. П., Осин В. В. Блочномодульная установка для испытаний наплавленного металла // Сварщик. — 2004. — № 1. — С. 18–19.
4. Кусков Ю. М., Кондратьев И. А., Богаченко А. Г. и др. Восстановление ковшей карьерных экскаваторов наплавкой самозащитными проволоками // Сварщик. — 2004. — № 6. — С. 16–17.
5. Рябцев И. А., Кусков Ю. М., Черняк Я. П. и др. Восстановление колец опорно-поворотного устройства крана МКТ-250 // Сварщик. — 2004. — № 4. — С. 35–37.

Разработки ПАО «Уралмашзавод» и уралмашевцев в области ремонтной сварки массивных конструкций

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

На основе многолетней практики решения проблем ремонтной сварки массивных конструкций сложной формы оборудования индивидуального тяжелого машиностроения на Уралмашзаводе разработана методология, основанная на том, что этот вид восстановления работоспособности массивных конструкций сложной формы представляет собой науку, которая, с одной стороны, является ветвью других наук (теория систем, системный анализ, кибернетика и т.д.), а с другой, является синтезом определенных частных наук (теорию сварочных процессов, исследование операций, их оптимизация и т.д.). Это позволило сформулировать научный подход к принятию решения выполнения ремонтной сварки конструкций указанного класса.

Опыт Уралмашзавода показывает, что на всех этапах жизненного цикла массивных конструкций индивидуального тяжелого машиностроения ремонтная сварка является штатной операцией [1]. Ремонтной сварке может подвергаться металл, имеющий, в силу масштабного фактора и технологической наследственности, исходную поврежденность. Технические условия (ТУ) на металл массивных отливок сложной формы, толстостенных поковок и проката допускают наличие развитых несплошностей (осевой пористости, рыхлот и др.), трещинообразных дефектов (спаев, ликвации по сере и др.), неравномерного распределения углерода (в местах расположения прибылей его содержание может превышать марочное) и др. легирующих и неизбежных элементов. 100 процентный контроль качества основного металла массивных изделий выполнить невозможно, поэтому велика вероятность проявления «скрытых» дефектов в ходе длительного производственного цикла при различных технологических операциях металлургического, механосборочного, сварочного переделов, монтажа и эксплуатации.

Состояние основного металла конструкции в течение жизненного цикла может значительно отличаться от первоначального. В процессе длительного производственного цикла изготовления крупногабаритной конструкции, ее монтажа, при первом рабочем нагружении, эксплуатации, структура металла, локальное содержание водорода, напряженно-деформированное состояние могут значительно отли-

чаться от исходного состояния. Поэтому требуется рассматривать технологическую прочность свариваемого изделия с учетом конструктивных особенностей базовой детали тяжело нагруженного оборудования и условий нагружения металла в течение производственного цикла, монтажа и эксплуатации.

Разрушение массивных конструкций всегда проходит по «слабым» местам. Трещина, как правило, «вязнет» в теле толстостенной конструкции, при движении магистральной трещины перед ее острием происходит рыхление трассы, а сама трещина ветвится с образованием коротких трещин. Если устранение обнаруженных дефектов в основном металле производится на заводе-изготовителе, то разделки, подготовленные механическим путем, могут иметь прямоугольную форму, что резко увеличивает объем наплавленного металла со всеми вытекающими неблагоприятными последствиями (повышается уровень напряженно-деформированного состояния, увеличивается вероятность образования сварочных дефектов — пор, непроваров, затруднена очистка шлака и пр.). При выполнении ремонтной сварки в полевых условиях, как правило, удаление дефектов производят тепловыми способами (газопламенной резкой, воздушно-дуговой строжкой и т.п.), что вызывает науглероживание кромок, перераспределение легирующих элементов, изменение структур и структурных составляющих, рост зерна, развитие не удаленных трещин и образование новых трещин.

Полнота удаления дефектов может определяться конструктивным исполнением разрушенной конструкции, а также возможностями предприятия, эксплуатирующего данную конструкцию. В подавляющем большинстве случаев восстановительные работы выполняются на конструкциях индивидуального тяжелого машиностроения на основе сталей, которые в сварных конструкциях не применяются (эквивалент углерода $S_{\text{экв}}$ превышает 0,8–0,9%). Содержание углерода в этих сталях (60ХН, 75ХМ, 9Х2МФ и др.) превышает 0,45%, в этих случаях математические модели расчета свариваемости непригодны [2]. В литературных источниках эти и им подобные стали относятся к трудно свариваемым сталям. Поэтому приходится пользоваться справочными данными по распаду переохлажденного аустенита [3].

Необходимо тщательное соблюдение техники безопасности и охраны труда, особенно при использовании жидких горючих (керосина и т.п.).

В подавляющем большинстве случаев дефектный металл полностью удалить невозможно, сварку выполняют по поврежденному металлу, поэтому технология ремонтной сварки не должна вызывать его дальнейшее повреждение.

Принятие решения в вопросах восстановления работоспособности конструкций индивидуально-тяжелого машиностроения происходит в условиях неопределенности информации о состоянии металла ремонтируемой конструкции, что создает условия для риска, под которым понимается вероятность неудовлетворительного выполнения восстановительных работ, что влечет моральное (или материальное) воздействие на разработчиков конструкторско-технологической документации, потерю доверия предприятия, производившего восстановительные работы и т.д. На толстостенных конструкциях сложной формы индивидуального тяжелого машиностроения сложно воспользоваться физическим моделированием. В таких случаях говорят, что лицо, принявшее решение производить ремонтную сварку, «ходит по лезвию ножа».

Для снижения вероятности возникновения риска производить предварительный подогрев и термическую обработку в большинстве случаев не представляется возможным, к тому же эти операции при ремонтной сварке толстостенных изделий из-за неравномерного распределения температуры по сечению детали могут вызвать временные и остаточные деформации, увеличить уровень собственных напряжений, может произойти развитие существующих или образование новых трещин. В этих случаях для предупреждения их развития необходимо предусматривать различные локализаторы (стопперы). Регулирование напряженно-деформированного состояния следует производить технологическими мерами (управление процессами распространения тепла в массивном теле сложной формы выполнять за счет расстановки сварщиков и др.), а также методами выпечной обработки [4].

Ремонтная сварка, особенно в полевых условиях, как правило, происходит в неблагоприятных условиях (неудобное положение сварщика, низкие температуры и пр.), а возможности контроля качества сварки могут быть ограничены. Образование трещин в металле массивных конструкций является детерминированно-стохастическим событием, вызванным комплексом событий, в т.ч. и человеческим фактором.

Перечисленные выше проблемы требуют применения в ремонтной сварке новых информационных технологий, предусматривающих использование программных продуктов, вычислительной техники, средств автоматизированной обработки информации и др. [2].

На основании изложенного выше ремонтную сварку массивных конструкций тяжело нагруженного оборудования следует считать сложной системой. С нашей точки зрения, дальнейшее развитие общей методологии решения выполнения ремонтной сварки массивных конструкций сложной формы должно идти путем привлечения основных положений теории систем, системного анализа, теории принятия решений, теории игр, кибернетики [5–8] и др. К методам системного исследования ремонтной сварки следует отнести и функционально-стоимостный анализ, направленный на оптимизацию соотношения совокупных затрат на выполнение ремонтной сварки и длительной работоспособности восстановленной конструкции при последующей эксплуатации.

Целью настоящей работы является поиск путей управления процессами ремонтной сварки крупногабаритных конструкций.

Поскольку нормативно-техническая документация на выполнение ремонтной сварки должна соответствовать выполнению на конкретной массивной конструкции, а производитель работ обязан дать гарантии длительной работы восстановленной конструкции, уралмашевская ремонтная школа отработала алгоритм выполнения ремонтной сварки, предусматривающий следующие моменты:

1. Постановку задачи (в чем заключается проблема выполнения восстановительных работ, учитывающая особенности оборудования, условия его эксплуатации и пр.).

2. Формулирование причины разрушения крупногабаритной массивной конструкции.

3. Сбор имеющейся информации, идентификация проблемы с ранее имевшимися место разрушениями.

4. Рассмотрение возможных вариантов выполнения восстановительных работ.

5. Анализ альтернативных вариантов выполнения восстановительных работ с точки зрения их положительных и отрицательных моментов.

6. Создание дискриптивных моделей прогноза последствия выполнения ремонтной сварки.

Считается, что срок эксплуатации базовых деталей тяжело нагруженного оборудования должен быть долгим. Поэтому при выходе их из строя, что считается чрезвычайным событием, производится формулирование проблемы с учетом конкретной ситуации путем совместной работы конструктора, расчетчика, технолога (металлурга, механика, сварщика), рабочих (слесаря-сборщика металлоконструкций, электросварщика), представителей служб технического контроля и эксплуатации, что в какой-то степени позволяет минимизировать степень риска.

Программа действий (стратегия и тактика выполнения восстановительных работ) составляется при выполнении деловых игр с использованием метода Дельфи, приспособленного для решения проблем

ремонтной сварки. Группа высококвалифицированных специалистов (конструктор, технолог, расчетчик, программист и др.) осуществляет своего рода «мозговую атаку», производится структуризация проблемы, т.е. разложение проблемы на компоненты по уровням иерархии, устанавливает взаимосвязи между ними и т.п. Деловые игры специалистов выполняются с применением экспертных методов, производя, тем самым, интуитивно-логический анализ проблемы. Разработчики осуществляют многовариантный подход, учитывающий влияние многих факторов. Происходит выделение входных параметров, т.е. факторов, непосредственно влияющих на выбор и принятие решений, а также устанавливаются связи между входными и выходными факторами. Информация о связях либо основывается на основных положениях теории кибернетики («черные» ящики и др.) либо устанавливается опытным (экспериментальным) путем.

Производится упорядочение рискованных альтернатив путем их ранжирования по степени риска. Это позволило развить дальше концепцию «прогнозирования и предупреждения разрушения» [9].

Уже упоминалось, что принятие решений выполнения восстановительных работ происходит в условиях неопределенности о действительном состоянии металла ремонтируемого изделия, поэтому надо принимать во внимание личностные и организационные качества экспертов. Такой подход позволяет найти решения, наиболее подходящие для конкретной ситуации. Эксперт, принимающий решение, должен учитывать фактор внешней среды — наличие осадков, сквозняков и пр.

Основной проблемой принятия решения выполнения ремонтной сварки конструкций индивидуального тяжелого машиностроения является обеспечение гарантированного результата. Под ним понимается эксплуатация восстановленного оборудования в течение установленного срока, что определяется, в первую очередь, свариваемостью металла. Поэтому были разработаны концептуальная модель «Разрушение массивных конструкций сложной формы» и «Методика критериального многофакторного подхода к свариваемости базовых деталей тяжело нагруженного оборудования» [10, 11], структура металла которых получила ту или иную степень деградации.

Конструкторско-технологическое обеспечение ремонтной сварки конструкций индивидуального тяжелого машиностроения (прессового, дробильно-размольного, экскаваторного, прокатного и др. видов оборудования и машин) представляет собой документ, содержащий определенное количество требований, и каждый раз они носят индивидуальный характер. При его разработке может производиться диалоговая процедура принятия решения, используя специальное программное обеспечение оценки напряженно-деформированного состояния при различных конструкторско-технологических решениях.

На основании этих данных выпускается ремонтный чертеж (возможно и объемное исполнение в формате 3D), который служит основанием для разработки технологии ремонтной сварки (с идеологией CALS — технологий).

Сложные алгоритмы выполнения ремонтной сварки массивных конструкций, созданные специалистами высокой квалификации на основе их опыта и глубокого понимания проблем, позволяют комплексно определить эффективность каждого из альтернативных вариантов решения с обеспечением экономического обоснования принятого решения в условиях нестандартных проблемных ситуаций.

Литература

1. Панов В.И., Кандалов С.В., Дерендяев В.Б. Создание и развитие ремонтной сварки на Уралмашзаводе // Тяжелое маш-ние.— 2015.— № 10.— С. 9–11.
2. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: учеб. пособие для вузов / Под ред. С.А. Куркина, В.М. Ховова.— М: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002.
3. Попов А. А., Попова Л. Е. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита. Справочник термиста // Металлургия.— 1965.— 496 с.
4. Панов В. И. Внепечные методы воздействия на напряженно-деформированное состояние металла массивных конструкций сложной формы // Сварщик.— 2017.— № 5.— С. 20–23.
5. Волкова В. Н., Денисов А. А. Основы теории систем и системного анализа: учеб. // Изд-во СПбГПУ.— 2003.— 520 с.
6. Лазарсон Э.В. Теория и методы решения многовариантных неформализованных задач выбора (с примерами из области сварки): монография // Изд-во Перм. Гос. Техн. Ун-та.— 2008.— 270 с.
7. Гольдштейн С. Л., Ткаченко Т. Я. Введение в системологию и системотехнику // Екатеринбург: ИРРО.— 1994.— 198 с.
8. Эшби Р. Введение в кибернетику // Ком-книга.— 2005.— 432 с.
9. Махненко В. И., Великоиваненко Е. И., Олейник О.П. Риск—анализ как средство формализации принятия решений о внеплановом ремонте сварных конструкций // Автомат. сварка.— 2008.— № 2.— С. 5–10.
10. Панов В.И. Универсальная методика ремонтной сварки крупногабаритных массивных конструкций индивидуального тяжелого машиностроения // Свар. про-во.— 2007.— № 7.— С. 11–17.
11. Панов В.И. Информационные технологии в ремонтной сварке конструкций индивидуального тяжелого машиностроения // Ремонт, восстановление, модернизация.— 2011.— № 6.

● #1739

Сварка трением с перемешиванием биметаллического соединения 6082-АМг5

П.А. Васильев, М.А. Шведов, В.М. Смирнов, О.В. Христофоров, В.С. Григорьев, Чувашский государственный университет (Чебоксары)

Очевидным преимуществом технологического процесса сварки трением с перемешиванием (СТП) является возможность получения достаточно высоких прочностных характеристик сварного шва при соединении конструкционных элементов из разноименных алюминиевых сплавов. Данное обстоятельство стимулирует проведение поисковых опытных работ по сварке термоупрочняемых алюминиевых сплавов, прочностные характеристики которых резко уменьшаются при нагреве в процессе сварки. Проведение последующей после СТП термической обработки, включающей операции закалки и старения, позволяет их восстановить, однако данный процесс невозможно осуществить при изготовлении крупногабаритных сборочных узлов.

Для поиска возможных путей решения данной задачи и с целью накопления экспериментального материала нами были выполнены опытные работы на установке фрикционной сварки ERNEST Чувашского госуниверситета по сварке пластин алюминиевого сплава 6082 системы Al-Si-Mg. Испытания на статическое растяжение проводились на разрывной машине 1968 У-10, измерения твердости HRB выполнялись твердомером ТК-2М при нагрузке 600 Н и диаметре шарика 1/16 дюйма (1,6 мм). Предварительно были проведены испытания на статическое растяжение исходного материала. Полученные значения предела прочности σ_b для двух образцов составили 302 и 307 МПа, что соответствует состоянию поставки Т6. Далее были изготовлены следующие образцы сварного шва.

Образец 1. Получен прохождением по цельному металлу толщиной 10 мм инструментом с высотой буравчика $h = 10$ мм. Измеренный предел прочности σ_b в перпендикулярном направлении относительно оси сварного шва оказался равным 158 МПа и 154 МПа для двух образцов.

Образец 2. Получен двухсторонним прохождением по цельному металлу толщиной 12 мм: с одной стороны инструментом с высотой буравчика $h = 10$ мм, с противоположной с высотой $h = 5$ мм, затем образец фрезеровался по лицевой стороне до толщины 10 мм. Испытание на статическое растяжение проводилось вдоль оси сварного шва. Измеренный предел прочности σ_b составил 187 МПа.

Образец 3. Получен двухсторонним прохождением по цельному металлу, с одной стороны инструментом с высотой буравчика $h = 10$ мм, с противоположной с высотой $h = 5$ мм. Условная схема поперечного сечения образца сварного шва из сплава 6082 показана на рис. 1. Для оценки размеров зоны разупрочнения металла при сварке были проведены измерения твердости HRB в поперечном сечении образца на различных расстояниях Z от поверхности. Результаты измерений в графическом виде представлены на рис. 2. Полученные графики обладают небольшой асимметрией относительно осей сварных швов по причине различного течения металла на стороне набегания и на стороне отставания. Результаты полученных измерений позволяют оценить ширину зоны разупрочнения как удвоенную величину ширины сварного шва на поверхности образца, т.е. зоны, где происходит максимальное тепловыделение при вращении инструмента. В описываемом случае этот параметр составляет 23 мм для лицевой поверхности и 20 мм для обратной стороны образца.

Образец 4. Получен сваркой внахлест комбинации пластин АМг5 ($S = 3$ мм) + 6082 ($S = 12$ мм) инструментом с высотой буравчика $h = 10$ мм с последующим прохождением инструментом с высотой $h = 5$ мм по противоположной стороне (рис. 3). Макроструктура поперечного сечения сварного шва показана на рис. 4. Отчетливо прослеживается слоистая структура сварного шва на стороне набегания (справа) с резкой границей раздела с зоной термомеханического влияния. Результаты измерения твердости в поперечном сечении образца представлены на рис. 5. В ближайшем к лицевой поверхности сечении материал шва представляет собой механическую смесь двух сплавов, что видно на графике. В максимально удаленном сечении влияние сплава

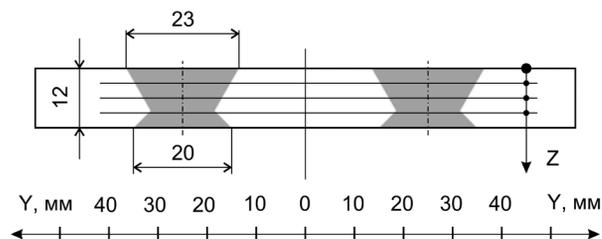


Рис. 1. Условная схема поперечного сечения образца сварного шва из сплава 6082

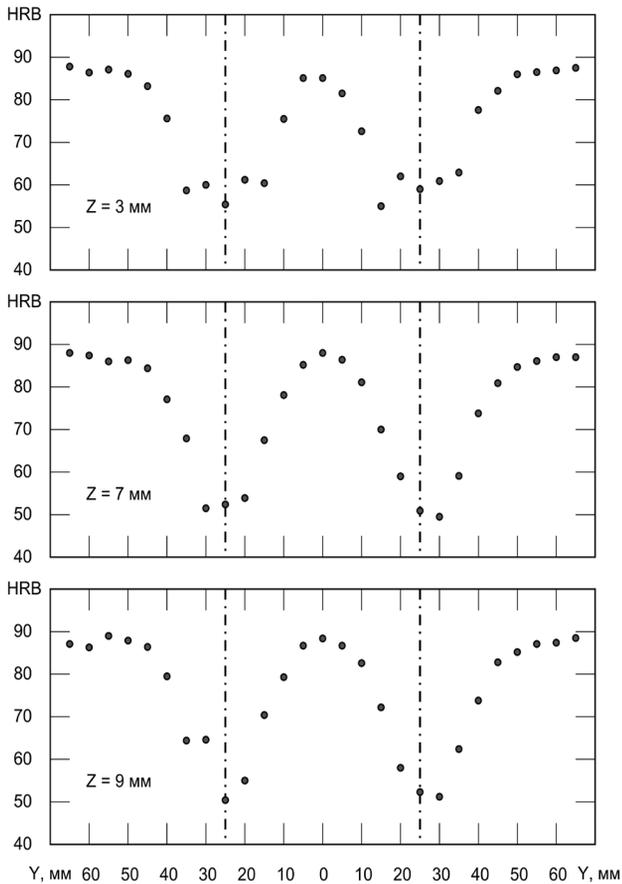


Рис. 2. Распределение твердости в поперечном сечении сварного шва при различных расстояниях z от лицевой поверхности образца

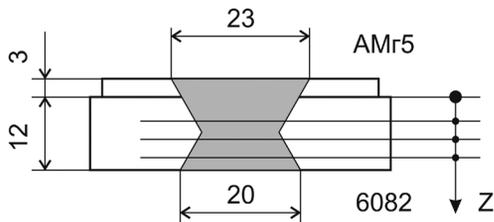


Рис. 3. Условная схема поперечного сечения образца сварного шва при сварке внахлест пластин из сплавов АМг5 и 6082

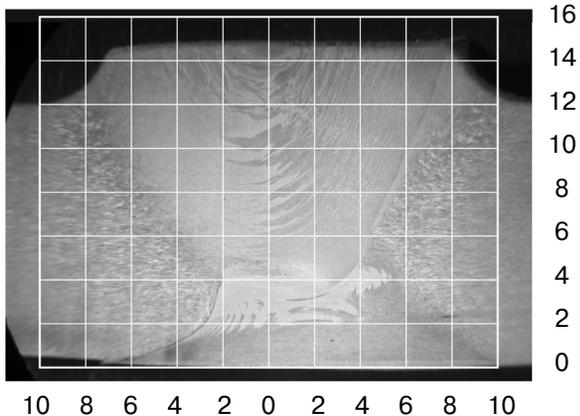


Рис. 4. Макроструктура поперечного сечения сварного шва комбинации пластин АМг5 – 6082

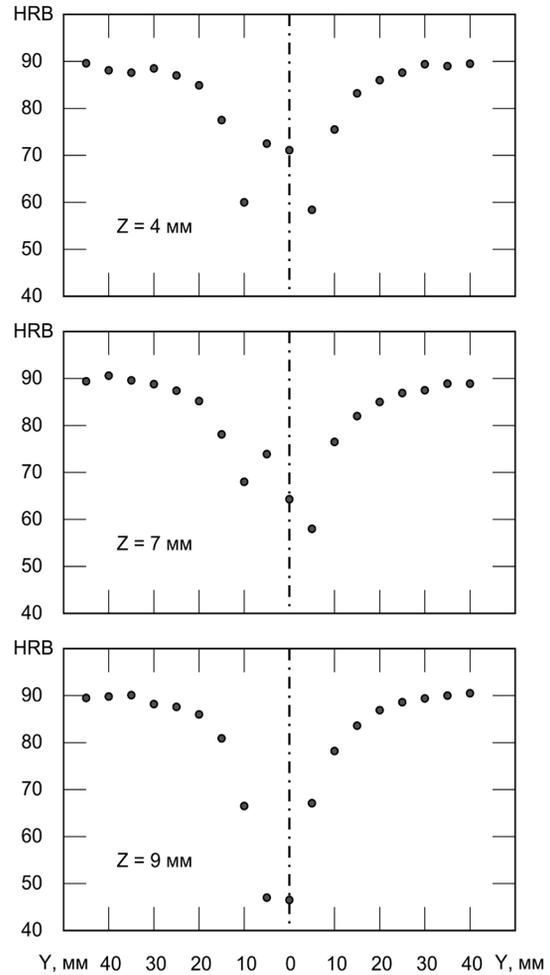


Рис. 5. Распределение твердости в поперечном сечении сварного шва комбинации пластин АМг5 – 6082 при различных расстояниях Z от лицевой поверхности образца

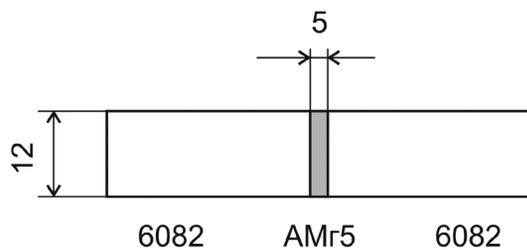


Рис. 6. Условная схема поперечного сечения образца сварного шва при сварке встык пластин из сплавов АМг5 и 6082

на величину твердости отсутствует, что соответствует приведенной на рис. 4 макроструктуре.

Образец 5. Получен двухсторонней сваркой внахлест комбинации пластин АМг5 (S = 3 мм) + 6082 (S = 12 мм) + АМг5 (S = 3 мм) инструментом с высотой буравчика h = 10 мм. Полученный образец обрабатывался фрезерованием с обеих сторон до конечной толщины 10 мм и испытывался на статическое растяжение. Измеренный предел прочности σ_B составил 226 МПа.

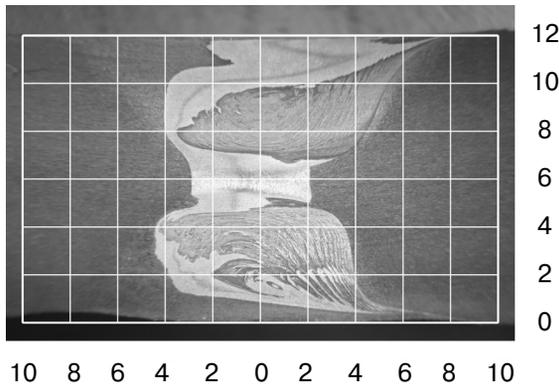


Рис. 7. Макроструктура поперечного сечения стыкового сварного шва комбинации пластин 6082 - AMg5 - 6082

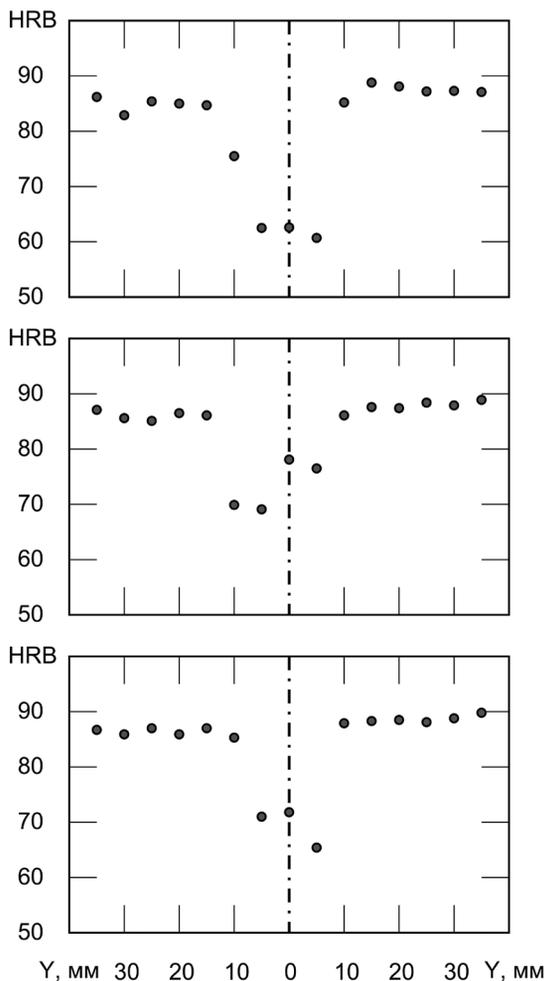


Рис. 8. Распределение твердости в поперечном сечении стыкового сварного шва комбинации пластин 6082 - AMg5 - 6082 при различных расстояниях от лицевой поверхности образца

Образец 6. Получен двухсторонней сваркой соединенных встык пластин 6082 + AMg5 + 6082 толщиной 12 мм инструментом с высотой буравчика $h = 5$ мм (рис. 6). Макроструктура поперечного сечения сварного шва показана на рис. 7. Результаты измерения твердости представлены на рис. 8.

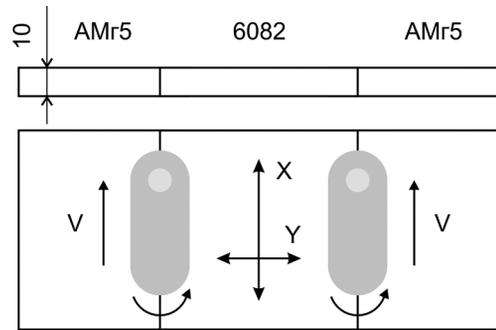


Рис. 9. Условная схема сварки стыковым швом биметаллического соединения AMg5 - 6082 - AMg5

Образец 7. Получен двухсторонней сваркой стыковым швом комбинации пластин AMg5 + 6082 + AMg5 толщиной 10 мм инструментом с высотой буравчика $h = 5$ мм (рис. 9). При проведении испытаний на статическое растяжение измеренное значение предела прочности σ_b составило 220 и 221 МПа для двух образцов. В обоих случаях разрушение образцов произошло по стороне набегания в пластине из сплава 6082.

По результатам проведенных опытных работ можно сделать следующие предварительные выводы:

1. При обработке сплава 6082 по технологии СТП происходит резкое снижение предела прочности σ_b материала: при статическом растяжении перпендикулярно направлению шва имеем практически двукратное снижение σ_b , в продольном направлении прочность шва составила 62% от прочности основного металла.

2. Измерение распределения твердости HRB металла в поперечном сечении шва позволило оценить ширину зоны разупрочнения в результате СТП, равную удвоенной величине ширины сварного шва на поверхности образца.

3. Введение в область сварного шва инородного материала путем выполнения стыкового шва пластин сплава 6082 с накладной пластиной из сплава AMg5 повысило прочность сварного шва до 74%. Стыковой шов в комбинации сплавов 6082 - AMg5 показал прочность 64% от прочности сплава 6082.

Таким образом, при технологии СТП имеет место большое разнообразие свойств подвергнувшегося воздействию металла. Проведение соответствующих опытных работ позволяет подобрать необходимые комбинации геометрии сварного шва, присадочных материалов, а также технологических режимов для получения приемлемых значений прочностных свойств изделий.

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, д.т.н., М.И. Скопюк, «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ (Киев)

В первой и второй частях настоящей статьи рассмотрены и описаны отечественные автоматы для орбитальной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (GTAW) неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм АДЦ 627 УЗ.1, АДЦ 625 УЗ.1, АДЦ 626 УЗ.1 и автоматы для GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 630 УХЛ4, предназначенные для орбитальной сварки неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12 мм из сталей различных классов, цветных металлов и сплавов, а также намечены направления усовершенствования этого оборудования для GTAW.

Одним из направлений усовершенствования является создание сварочных головок, обеспечивающих возможность орбитальной сварки с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода трубопроводов малых диаметров.

Другое направление усовершенствования автоматов для GTAW связано с тем, что среди причин, препятствующих повышению уровня автоматизации сварки неповоротных стыков трубопроводов при монтаже и ремонте объектов энергетики и подобных объектов др. отраслей экономики, сдерживающим фактором является отсутствие разработок и промышленного изготовления оборудования для GTAW, рассчитанного на питание от широко распространенных на монтаже и ремонте крупногабаритных объектов систем централизованного энергоснабжения сварочных постов (используемых для ручных способов сварки) [1–8]. Необходимость такого питания обусловлена тем, что специфические условия сварочных работ при монтаже и ремонте крупногабаритных объектов относятся к потенциально опасным условиям и поэтому исключают использование для энергоснабжения сварочного и др. технологического оборудования разводок питающих сетей переменного тока напряжением 220 или 380 В [4, 5].

Целью настоящей части статьи является представление и описание результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ,

проведенных в 2012–2017 гг. в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона, продолжающихся проводиться в настоящее время, по усовершенствованию как автоматов для GTAW, так и, впервые в мировой практике, многопостовых сварочных систем (МСС) с учетом обозначенных выше проблем.

Рассмотрены технические предложения по усовершенствованию МСС и составных частей ранее разработанных автоматов для GTAW, приведены результаты испытаний макетов отдельных составных частей этих автоматов для GTAW, предложены пути для дальнейшего усовершенствования отечественных МСС и автоматов для GTAW. Приведены структурно-функциональные схемы предложенных МСС и автоматов для GTAW, описаны схемно-конструктивные решения основных составляющих этих МСС и модернизированных автоматов для GTAW, изложены особенности и перспективы их модернизации.

Способ автоматической орбитальной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (GTAW) по сравнению с ручными способами сварки обеспечивает стабильно высокое качество сварных соединений трубопроводов, повышение в 4–6 раз производительности сварочных работ, значительное сокращение продолжительности обучения оператора автоматической сварки (месяцы) по сравнению с продолжительностью подготовки высококвалифицированного сварщика ручной сварки (годы) [1–7].

Разработанные и изготавливаемые в НИЦ СКАЭ отечественные орбитальные автоматы GTAW АДЦ 627 УЗ.1, АДЦ 625 УЗ.1, АДЦ 626 УЗ.1 обеспечивают GTAW тонкостенных труб диаметром от 7 до 76 мм с толщиной стенки до 2,5 мм из сталей перлитного и мартенситного классов, высоколегированных сплавов и стали 20 и до 3,0 мм из сталей аустенитного класса. Вместе с тем ПН АЭ Г-7–009–89 и ОСТ 24. 125.02–89 предусматривают использование в оборудовании ядерных установок трубопроводов диаметром 57 мм с толщиной стенки 4,0 и 5,5 мм, и диаметром 76 мм с толщиной стенки 4,5 и 7,0 мм, что требует разделки (преимущественно U-образной формы типа С–42) и применения сварки с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося

* Часть 3. Продолжение публикации серии статей, часть 1 – в № 6–2017, часть 2 – в № 1–2018.

электрода. Однако до настоящего времени отечественное оборудование для GTAW трубопроводов с такой толщиной стенки в Украине не разрабатывалось и не изготавливалось, поэтому в процессе модернизации ранее разработанных автоматов для GTAW АДЦ 627 УЗ.1, 625 УЗ.1, 626 УЗ.1, АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4, АДЦ 630 УХЛ4 в НИЦ СКАЭ разработан автомат для GTAW АДЦ 626П УХЛ4 с головкой сварочной АДЦ 626П.03.00.000, предназначенной для GTAW трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм, в котором предусмотрены возможность осуществления подачи присадочной проволоки диаметром 1,6 мм и колебаний неплавящегося электрода горелки.

В таблице 1 приведены основные параметры и характеристики автомата АДЦ 626П УХЛ4 для GTAW трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм.

При разработке автомата АДЦ 626П УХЛ4 для GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм мы стремились к максимальной унификации и применению отработанных составных частей, функциональных блоков и механизмов, зарекомендовавших себя в процессе испытаний, эксплуатации и модернизации ранее разработанных моделей орбитальных автоматов. Поэтому в автомате АДЦ 626П УХЛ4 использованы тот же сварочный источник питания, те же — пульт управления выносной и компьютер,

блоки жидкостного охлаждения и пускозащитной аппаратуры, а также коллектор, что и в модернизированных автоматах АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4, описанных в части 2 статьи. Некоторым схемно-конструктивным доработкам подверглись блок управления циклом сварки и модули цикла сварки блока интерфейса АДЦ 628.20.00.000, в результате чего стало возможным не только осуществить создание автомата АДЦ 626П УХЛ4, но и существенно расширить технологические возможности автоматов для GTAW АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4.

Входящая в состав автомата АДЦ 626П УХЛ4 головка сварочная АДЦ 626П.03.00.000 выполнена по той же конструктивной схеме, что и головки сварочные АДЦ 628.03.00.000, 629.03.00.000, 630.03.00.000, и аналогично им содержит такие основные узлы и механизмы: неподвижный корпус, горелку; механизмы: вращения (вращатель), зажима, АРНД, поперечного перемещения горелки, узел канала подачи присадочной проволоки, датчик пространственного положения неплавящегося электрода. Механизм АРНД, узел канала подачи присадочной проволоки и датчик пространственного положения неплавящегося электрода головки сварочной АДЦ 626П.03.00.000 полностью унифицированы с такими же узлами головок АДЦ 628.03.00.000, 629.03.00.000, 630.03.00.000, а неподвижный корпус, планшайба, горелка и механизмы вращения (вращатель), зажима и поперечного перемещения горелки отличаются от головки сварочной АДЦ 626П.03.00.000 только размерами.

Таблица 1. Основные технические параметры и характеристики орбитального автомата АДЦ 626П УХЛ4

№ п/п	Наименование показателя или характеристики	Значение
1	Диаметр свариваемых труб, мм	42–76
2	Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	(4,0–39,6; 7,2–71,6)
3	Диаметр вольфрамового электрода, мм	2,0; 3,0
4	Наибольшее радиальное перемещение горелки, мм	30,0
5	Наибольшее перемещение горелки поперек стыка: в настроечном режиме (с помощью корректора), мм в автоматическом режиме (с помощью колебателя), мм	± 5,0
		± 12,0
6	Охлаждение горелки	Жидкостное
7	Пределы регулирования сварочного тока, А	8–250
8	Пределы регулирования напряжения дуги, В	6–20
9	Точность поддержания сварочного тока, не хуже, %	± 2
10	Точность поддержания напряжения дуги (с помощью АРНД), не хуже, В	± 0,15
11	Частота колебаний неплавящегося электрода, в пределах, мин ⁻¹	10–150
12	Расположение электропривода вращения планшайбы	Параллельно продольной оси трубы
13	Наименьшее межтрубное расстояние, мм	102
14	Масса головки сварочной (без шлангов и кабелей), не более, кг	7,1
15	Потребляемая электрическая мощность, не более, кВА	6,4

Проведенные в НИЦ СКАЭ испытания макетов основных узлов и механизмов головки сварочной АДЦ 626П.03.00.000 показали, что предложенные схемно-конструктивные решения полностью обеспечивают требования показателей назначения и надежности этой головки.

Учитывая потребности энергетики, крупного машиностроения и др. отраслей промышленности в оборудовании для GTAW, рассчитанного на питание на монтаже и ремонте крупногабаритных объектов систем централизованного энергоснабжения, в процессе работ по усовершенствованию орбитальных автоматов в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона разработано несколько вариантов не имеющих аналогов МСС GTAW.

Одна из таких МСС, структурно-функциональная схема которой приведена на рис. 1, выполнена на базе составных частей модернизированных автоматов АДЦ 627 У3.1, 625 У3.1, 626 У3.1 для GTAW без присадочной проволоки неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм и модернизированного электронного регулятора сварочного тока [2, 6, 8]. МСС состоит из централизованного источника питания, индивидуальных постов GTAW и подключенных к выходным клеммам централизованного источника питания магистральных шинопроводов («разводок»).

Как централизованный источник питания в МСС GTAW используется многопостовой сварочный выпрямитель 1 — серий ВДМ, ВКСМ, ВМГ или аналогичный из числа имеющихся на действующих энергоблоках АЭС и ТЭС и широко применяющихся при монтаже и ремонте крупногабаритных объектов для ручной дуговой сварки покрытыми электродами (ММА) и ручной аргонодуговой сварки (TIG).

Каждый индивидуальный пост (ИП) GTAW содержит питаемые от магистральных шинопроводов («разводок») сварочный конвертер DC-DC понижающего типа с крутопадающими («штыковыми») внешними вольтамперными характеристиками (ВАХ) 2, блок питания цепей управления 3, блок возбуждения дуги 4, систему управления 5, пульт управления оператора (выносной) 6, головку сварочную 7.

В качестве сварочного конвертера DC-DC с крутопадающими («штыковыми») внешними ВАХ — 2 может быть эффективно применен модернизированный электронный регулятор сварочного тока РДГ — 201 У3.1 для TIG, структурно-функциональная схема, описание, построение и работа тракта регулирования, технические характеристики и технологические возможности которого рассмотрены и приведены в [6, 8], в случае необходимости, этот регулятор сварочного тока может быть использован и для ручной сварки (TIG), например, для выполнения прихваток, ремонта дефектов и т.п.

Многоканальный блок питания цепей управления 3 обеспечивает преобразование напряжения магистральных шинопроводов МСС в стабилизированные напряжения постоянного тока, необходимые для питания блока возбуждения дуги 4, системы управления 5, пульта управления оператора 6 и приводов исполнительных механизмов головки сварочной 7.

Наиболее целесообразным вариантом построения блока питания цепей управления 3 является его выполнение по схеме обратного преобразователя DC-DC с многоканальным выходом и повышенной частотой преобразования (до 132 кГц), что позволяет минимизировать конструктивные размеры и массу этого блока.

Блок возбуждения дуги 4 выполнен по схеме разработанного в НИЦ СКАЭ асинхронного тиристорного генератора импульсов высокого напряжения с резонансной накачкой [9], вторичная

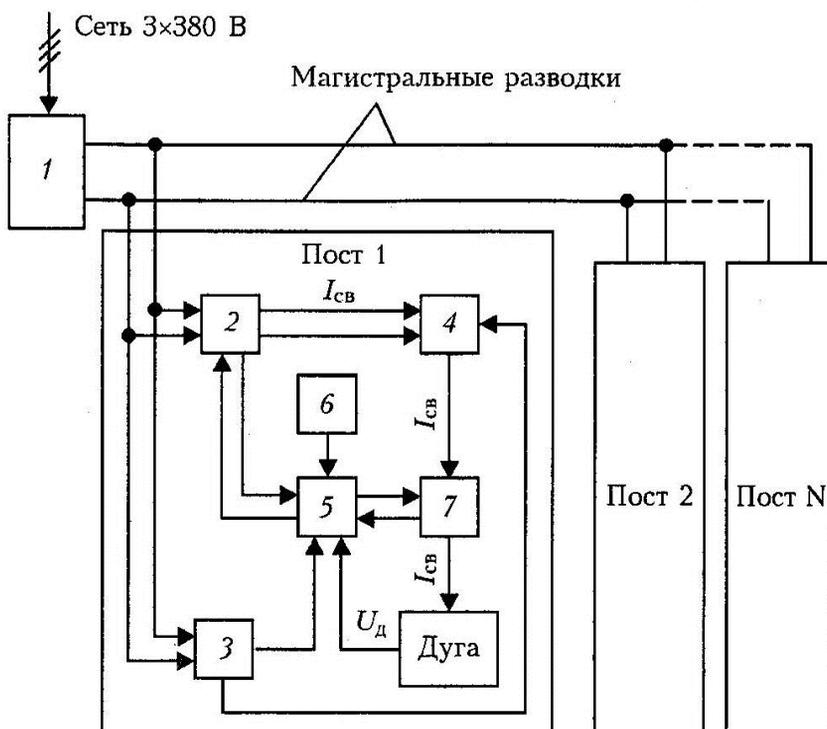


Рис. 1. Структурно-функциональная схема МСС для GTAW без присадочной проволоки неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов: 1 — многопостовой сварочный выпрямитель; 2 — модернизированный электронный регулятор сварочного тока для TIG; 3 — блок питания цепей управления; 4 — блок возбуждения дуги; 5 — система управления; 6 — пульт управления оператора

обмотка выходного импульсного высокочастотного трансформатора которого включена последовательно в сварочную цепь. Вырабатываемые блоком возбуждения дуги 4 импульсы высокого напряжения вызывают электрический пробой промежутка между рабочим торцом электрода головки сварочной и свариваемым трубопроводом, что создает условия для возникновения в этом промежутке устойчивого дугового разряда. Принципиальная электрическая схема блока возбуждения дуги 4 приведена на рис. 2.

В качестве системы управления 5 (рис. 1) могут быть использованы блок контроллера ИЦ 616.20.00.000 с блоком управления циклом сварки ИЦ 616.40.00.000 и пульт управления оператора 6 – ИЦ 616.30.00.000, назначение, состав и построение которых описаны в [2].

В зависимости от диаметров свариваемых тонкостенных трубопроводов может использоваться одна из головок сварочных 7 – АДЦ 627.03.00.000 (для сварки неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 7 до 24 мм), АДЦ 625.03.00.000 (от 18 до 42 мм) или АДЦ 626.03.00.000 (от 42 до 76 мм).

Входящие в состав оборудования индивидуального поста (ИП) GTAW модернизированный электронный регулятор сварочного тока РДГ – 201 УЗ.1, блок контроллера ИЦ 616.20.00.000 с блоком управления циклом сварки ИЦ 616.40.00.000, пульт

управления оператора ИЦ 616.30.00.000, блок пускозащитной аппаратуры ИЦ 616.50.00.000 и коллектор для подключения коммуникаций головок сварочных выполнены в виде моноблочных конструкций. При этом в конструкцию блока управления циклом сварки ИЦ 616.40.00.000 встроен блок питания цепей управления, а в конструкцию коллектора – блок возбуждения дуги и датчик расхода газа. Для обеспечения компактности, мобильности, удобства использования и хранения оборудования ИП GTAW одним из возможных компоновочных решений может быть размещение и закрепление регулятора сварочного тока и блока контроллера с блоком управления циклом сварки в передвижной конструкции, представляющей собой оснащенную колесами аппаратную стойку, на каркасе которой жестко закреплен блок пускозащитной аппаратуры.

Испытания разработанных и изготовленных в НИЦ СКАЭ макетов отдельных блоков, узлов и механизмов ИП МСС GTAW без подачи присадочной проволоки неповоротных стыков тонкостенных стальных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм показали, что такие МСС GTAW по сравнению с МСС для ручной TIG позволяют в несколько раз повысить производительность сварочных работ и обеспечить стабильно высокое качество сварных соединений тонкостенных трубопро-

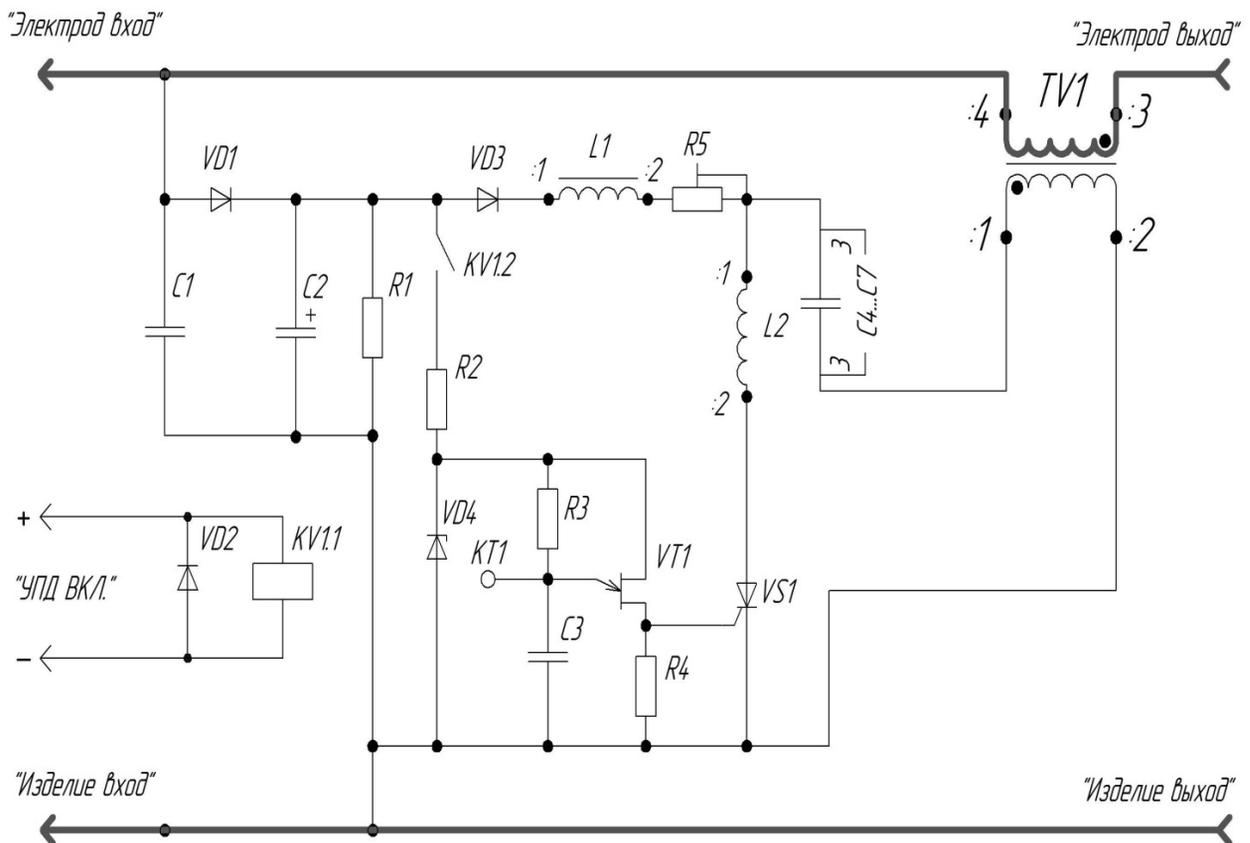


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема блока возбуждения дуги орбитальных автоматов и оборудования индивидуальных постов МСС GTAW

водов (с толщиной стенки до 3,0 мм) не только при существенном удалении ИП GTAW от многопостового сварочного выпрямителя, но и при значительной длине сварочного контура (до 100 м).

Вместе с тем в процессе испытаний выявлены и присущие МСС GTAW без подачи присадочной проволоки определенные недостатки, основным из которых являются ограниченные технологические возможности. Главная причина этого — отсутствие в структуре индивидуальных сварочных постов этих МСС блоков, узлов и механизмов, обеспечивающих подачу присадочной проволоки и колебания неплавящегося электрода поперек шва. Отсутствуют также датчик пространственного положения неплавящегося электрода и узлы обработки и использования сигналов с информационного выхода датчика, что делает невозможным программирование и автоматические изменения сварочного тока в зависимости от пространственного положения неплавящегося электрода.

В то же время многими исследованиями [5, 7] и практикой достоверно установлено, что качественная аргонодуговая сварка соединений полых цилиндрических изделий (в частности, когда толщина стенки трубопровода превышает 3,0 мм) возможна при осуществлении нескольких проходов дуги и лишь при условии наличия разделки кромок стыка. Установлено также, что качество сварного соединения определяется не только качеством формирования корневого, но и заполняющих и облицовочного швов, при этом необходимыми условиями являются предварительный или текущий контроль профилей сварных соединений и осуществление в процессе сварки колебательных перемещений неплавящегося электрода поперек шва с регулированием частоты, амплитуды и продолжительности задержки движения электрода возле кромок разделки стыка (продолжительности «выстоя»).

Исходя из этого, в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ предложено инновационное решение [10], которое легло в основу построения автомата АДЦ 626П УХЛ4 для GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва неповоротных стыков стальных трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм и автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 для GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва неповоротных стыков стальных трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12,0 мм [3]. Испытания опытных образцов этих автоматов показали, что они обеспечивают качественную многопроходную сварку неповоротных стыков с разделкой (преимущественно с U-образной), каждый из которых требует выполнения корневого, заполняющих и облицовочного швов. Но и этим автоматам

свойственны некоторые недостатки. Один из основных недостатков таких автоматов — их однопостовое построение. Это ограничивает область применения автоматов АДЦ 626П УХЛ4, 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 для GTAW, т.к. выполнение значительных объемов одновременных работ по сварке неповоротных стыков трубопроводов (что характерно при монтаже и ремонте объектов энергетики и др. крупногабаритных объектов) возможно при условии применения значительной численности этих автоматов. В силу этого существенно возрастает стоимость необходимого сварочного оборудования, увеличиваются затраты времени на подготовительно-заключительные операции, а также усложняется размещение необходимого количества этого оборудования на ограниченной производственной площадке. Другой существенный недостаток автоматов АДЦ 626П УХЛ4, 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 для GTAW заключается в том, что для обеспечения их функционирования необходимо прокладывать временные электрические сети напряжением 380 или 220 В, недопустимым для особо опасных условий, характерных для мест выполнения сварочных работ при монтаже и ремонте объектов энергетики и др. крупногабаритных объектов.

С учетом указанных особенностей автоматов АДЦ 626П УХЛ4, 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 для GTAW в процессе работ по их модернизации и совершенствованию в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ предложено другое инновационное решение [11], предусматривающее не только сохранение всех достоинств и технологических возможностей этих автоматов, но и возможность создания на их базе основных составных частей МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва.

Структурно-функциональная схема индивидуального поста (ИП) МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва, построенная в соответствии с инновационным решением [11], приведена на рис. 3.

Каждый ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва питается напряжением постоянного тока U_{02} на магистральных шинопроводах МСС и содержит выполненный в виде сварочного конвертора DC — DC понижающего типа (стабилизатора тока дуги) электронный регулятор сварочного тока 1; многоканальный блок питания цепей управления 2; блок управления автомата для GTAW 4 с пультом управления оператора 5; механизм подачи присадочной проволоки 6; контроллеры: цикла сварки 7; привода вращения планшайбы головки сварочной 8; привода механизма АРНД 9; привода колебателя неплавящегося электрода 10;

датчики: напряжения дуги 20, тестового тока 21, пространственного положения горелки 22, расхода защитного (инертного) газа 23; многоканальные блоки: первичной обработки информационных сигналов 24; ввода/вывода информационных и управляющих сигналов 25, вычислительно-программное устройство 26, в состав которого входят процессор, узел хранения информации и шина данных, и которое может быть выполнено на основе микро-ЭВМ или персонального компьютера.

Как видно из *рис. 3*, входы питания электронного регулятора сварочного тока 1, многоканального блока питания цепей управления 2 и блока возбуждения дуги 3 подключены к магистральным шинопроводам МСС или к выходным клеммам многопостового сварочного выпрямителя. Один выходной полюс («отрицательный») электронного регулятора сварочного тока 1 через датчик тестового тока 21 подключен к одноименному выходному полюсу вспомогательного низковольтного источника питания 19, а через вторичную обмотку выходного импульсного трансформатора блока возбуждения дуги 3 — к неплавящемуся электроду 16, горелки 15, установленной в головке сварочной 12. Второй выходной полюс («положительный») электронного регулятора сварочного тока 1 соединен с другим одноименным выходным полюсом низковольтного источника питания 19 и с со свариваемым изделием 27. Выходные стабилизированные напряжения постоянного тока двух каналов (например, ± 24 В и ± 15 В) многоканального блока питания цепей управления 2 поступают в цепи питания контроллера цикла сварки 7 и блока управления циклом сварки, контроллеров цикла сварки 7; приводов: вращения планшайбы головки сварочной 8, механизма АРНД 9, колебателя неплавящегося электрода 10, механизма подачи присадочной проволоки 11; датчиков: напряжения дуги 20, тестового тока 21, пространственного положения горелки 22, расхода защитного (инертного) газа 23, блока управления автомата для GTAW 4, пульта управления оператора 5, многоканальных блоков первичной обработки информационных сигналов 24 и ввода/вывода информационных и управляющих сигналов 25, а также вычислительно-программного устройства 26. Выход отдельного (третьего) канала низкого напряжения (например, + 5 В) многоканального блока питания цепей управления 2 служит выходом вспомогательного низковольтного источника питания 19, причем этот выход гальванически развязан со входом многоканального блока питания цепей управления 2 и с выходами др. каналов этого блока.

Как и в случае МСС GTAW без подачи присадочной проволоки (*рис. 1*), в оборудовании ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва в качестве сварочного конвертора DC-DC

понижающего типа (стабилизатора тока дуги) может быть применен модернизированный электронный регулятор сварочного тока РДГ — 201 УЗ.1 для TIG.

Для построения ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва наиболее целесообразным является выполнение многоканального блока питания цепей управления 2 (*рис. 3*) по схеме обратного преобразователя DC-DC с многоканальным выходом и повышенной частотой преобразования (до 132 кГц), однако при этом такой блок должен обладать выходной мощностью, значительно превосходящей выходную мощность блока МСС GTAW без подачи присадочной проволоки.

Блок возбуждения дуги 3 ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва также может быть построен в виде асинхронного тиристорного генератора высоковольтных импульсов с резонансной накачкой, вторичная обмотка выходного импульсного высокочастотного трансформатора которого включена последовательно в сварочную цепь [9], и выполнен по принципиальной электрической схеме, приведенной на *рис. 2*.

В качестве системы управления оборудования ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва, содержащей блок управления автомата для GTAW 4 (*рис. 3*), пульт управления оператора 5, контроллеры: цикла сварки 7, привода вращения планшайбы 8, привода механизма АРНД 9, привода колебателя неплавящегося электрода 10 и привода механизма подачи присадочной проволоки 11, блока (механизма) подачи присадочной проволоки АДЦ 628.04.00.000, многоканальные блоки первичной обработки информационных сигналов 24, ввода/вывода информационных и управляющих сигналов 25, а также вычислительно-программное устройство 26, могут быть использованы блок интерфейса АДЦ 628.20.00.000 с блоком управления циклом сварки АДЦ 628.40.00.000 и пульт управления оператора АДЦ 628.30.00.000, назначение, состав и построение которых описаны в [3].

В зависимости от диаметров свариваемых трубопроводов в оборудовании ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва может использоваться одна из головок сварочных 12 — АДЦ 628.03.00.000 (для сварки неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 114 мм), АДЦ 629.03.00.000 (от 114 до 159 мм) или АДЦ 630.03.00.000 (от 159 до 219 мм).

Для обеспечения функционирования оборудования ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося элект-

рода поперек шва могут быть использованы входящие в состав автоматов АДЦ 626П УХЛ4, 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 для GTAW коллектор АДЦ 629.07.00.000, а также автономные блок (механизм) подачи присадочной проволоки АДЦ 628.04.00.000 и блок жидкостного охлаждения.

Содержащиеся в составе оборудования ИП GTAW модернизированный электронный регулятор сварочного тока РДГ–201 УЗ.1, блок интерфейса АДЦ 628.20.00.000 с блоком управления циклом сварки АДЦ 628.40.00.000, пульт управления оператора АДЦ 628.30.00.000 и коллектор АДЦ 629.07.00.000 для подключения коммуникаций головок сварочных выполнены в виде моноблочных конструкций, при этом в конструкцию блока управления циклом сварки АДЦ 628.40.00.000 встроен блок питания цепей управления, а в конструкцию коллектора – блок возбуждения дуги и датчик расхода газа. Для обеспечения мобильности и удобства эксплуатации оборудования ИП GTAW одним из возможных компоновочных решений может быть размещение и закрепление регулятора сварочного тока и блока интерфейса с блоком управления циклом сварки в передвижной оснащенной колесами аппаратной стойке.

В соответствии с инновационными предложениями [10, 11] в НИЦ СКАЭ разработаны, изготовлены и испытаны макеты отдельных блоков, узлов и механизмов оборудования ИП МСС GTAW с подачей присадочной проволоки и колебаниями неплавящегося электрода поперек шва неповоротных стыков стальных трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм. В результате испытаний установлены не только жизнеспособность предложенных схемо-конструктивных решений, но и возможность повысить в несколько раз производительность сварочных работ и уровень качества сварных соединений стальных трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12,0 мм при монтаже и ремонте объектов энергетики и др. крупногабаритных объектов.

Исходя из изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Выполненные в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона работы по совершенствованию автоматов АДЦ 627 УЗ.1, АДЦ 625 УЗ.1, АДЦ 626 УЗ.1 для GTAW неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм, автоматов АДЦ 626П УХЛ4 для GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм и автоматов АДЦ 628 УХЛ4, АДЦ 629 УХЛ4, АДЦ 630 УХЛ4 для GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12,0 мм позволяют не только улучшить эксплуатационные и потребительские свойства упомянутых отечественных орбитальных автоматов, но и создают все необходи-

мые предпосылки для применения и широкого внедрения (впервые в мировой практике) МСС GTAW.

2. В разработанных и усовершенствованных в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона МСС GTAW с электронными регуляторами сварочного тока полностью исключаются влияние сварочных постов друг на друга при их совместной работе и обеспечивается выполнение самых жестких требований, предъявляемых к оборудованию для GTAW, при этом такие МСС позволяют сварщикам производить сварочные работы с использованием GTAW на значительном удалении от централизованного многопостового выпрямителя и от др. сварочных постов и осуществлять управление процессом сварки непосредственно на своем рабочем месте.

3. Одним из важных результатов работ по совершенствованию и модернизации автоматов для GTAW и МСС на их основе является возможность реализации на любом индивидуальном сварочном посту таких МСС режимов, упрощающих технику сварки и сокращающих продолжительность подготовки квалифицированных сварщиков.

4. Проведенные в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е. О. Патона работы по совершенствованию автоматов АДЦ 627 УЗ.1, 625 УЗ.1, 626 УЗ.1 для GTAW неповоротных стыков тонкостенных трубопроводов диаметром от 7 до 76 мм, автоматов АДЦ 626П УХЛ4 для GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 42 до 76 мм с толщиной стенки до 7,0 мм и автоматов АДЦ 628 УХЛ4, 629 УХЛ4, 630 УХЛ4 для GTAW неповоротных стыков трубопроводов диаметром от 76 до 219 мм с толщиной стенки до 12,0 мм, 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 GTAW неповоротных стыков трубопроводов из сталей аустенитного, перлитного и мартенситного классов, высоколегированных сплавов, стали 20, цветных металлов (кроме алюминия) и сплавов. Это предоставляет возможность существенно повысить качество, производительность, технологическую и экономическую эффективность сварочных работ при монтаже и ремонте объектов энергетики и др. отраслей экономики Украины и др. стран и позволяет практически полностью отказаться от импорта подобного сварочного оборудования.

5. Осуществление дальнейшего развития технологий GTAW неповоротных стыков трубопроводов и оборудования для их реализации 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 работах по усовершенствованию автоматов для GTAW и созданию на их основе МСС активное и непосредственное участие приняли инженеры А.Г. Сипаренко и А.А. Муха.

Литература

1. Белкин С. А., Шефель В. В. Автоматическая аргонодуговая сварка при монтаже трубопроводов АЭС // Энергетическое стр.-во.— 1985.— № 11.— С. 43–46.
2. 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.
3. 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 2 // Сварщик.— 2018.— № 1.— С. 12–21.
4. Гальшев В. К. Применение автоматической сварки на монтаже трубопроводов Запорожской АЭС // Энергетическое стр.-во.— 1988.— № 6.— С. 9–10.
5. Рошин В. В., Хаванов В. А., Акулов Л. И., Букаров В. А. Сварка при монтаже оборудования и металлоконструкций реакторных установок // Сварка в атомной пром-ти и энергетике. Труды НИКИМТ.— М.: Издат АТ, 2002.— Т. 1.— С. 81–118.
6. Махлин Н. М., Коротынский А. Е., Богдановский В. А., Свириденко А. А. Одно- и многопостовые

системы для автоматической сварки неповоротных стыков трубопроводов атомных электростанций // Автомат. сварка.— 2011.— № 11.— С. 34–44.

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

8. Махлин Н. М., Буряк В. Ю., Водолазский В. Е., Попов В. Е., Олияненко Д. С., Коротынский А. Е., Скопюк М. И. Современные высокоэффективные многопостовые системы ручной и механизированной сварки. // Сварщик.— 2017.— № 5.— С. 52–61.

9. Махлин Н. М., Коротынский А. Е. Асинхронные возбудители и стабилизаторы дуги. Анализ и методика расчета. Часть 2 // Автомат. сварка.— 2015.— № 7.— С. 28–40.

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

11. Заявка № 201506685 від 21.06.2016. Багатопостова система автоматичного орбітального зварювання неплавким електродом / Лобанов Л. М., Махлін Н. М., Коротинський О. Є., Проскудін В. М., Буряк В. Ю., Тихонько К. С., Скопюк М. І., Водолазський В. Є., Сипаренко О. Г., Олияненко Д. С.

● #1741

VIII спеціалізована виставка

МЕТАЛ ОБЛАДНАННЯ ІНСТРУМЕНТ



ПС "Україна"
вул. Мельника, 18
м. Львів

Інформаційні спонсори

МЕТАЛКА
Металознавство України
Метали України
СВАРКА

Покраска
ІНФОРМАЦІЯ
СВАРЩИНИ

ПРЕСС-БІРЖА
ЖУРНАЛ
Буд-Експерт
ДРОКУСС



металорізальні верстати та оснастка

ручний електроінструмент

обладнання для обробки металу

ковальське обладнання

засоби захисту

металорізальні інструменти

слюсарний та монтажний інструмент

зварювальне обладнання

металовироби, вироби для з'єднання та кріплення

Контакти

тел./факс: (032) 244-18-88

e-mail: expolviv@gmail.com

web: www.expolviv.ua

Організатор



Состояние рынка сварочной техники в Украине

А.А. Мазур, канд. экон. наук, **С.В. Пустовойт**, канд. техн. наук, **В.С. Петрук**, **О.И. Петриенко**, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

Сварка является основной технологией соединения материалов в производственном процессе базовых отраслей промышленности и строительства. В статье представлена систематизированная экономико-статистическая информация о состоянии и развитии рынка сварочного оборудования и материалов в Украине, показатели объемов их производства и экспортно-импортных операций.

Процессы глобализации мировой экономики [1, 2], их влияние на внутренний рынок в Украине, в т.ч. и рынок сварочной техники, обуславливают необходимость проведения исследований его состояния для выявления перспективных направлений развития сварочного производства и обеспечения стабильного спроса на продукцию в условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешних рынках. Экономико-статистическому анализу состояния мирового рынка сварочной техники уделяется особое внимание [3–5], поскольку с помощью сварки и родственных процессов создается весомая часть ВВП промышленно развитых стран. Региональные особенности и перспективы его развития рассмотрены в [6–9], где показано, что стратегии развития национальных сварочных производств на среднесрочную перспективу практически не имеют резких отличий и ориентированы на решение наиболее актуальных задач, среди которых:

увеличение объемов и расширение областей применения сварки и родственных технологий, повышение производительности технологических процессов при одновременном обеспечении высокого качества соединений, а также снижение энергопотребления и общепроизводственных затрат на сварку и родственные технологии. Исследование состояния и тенденций развития рынка сварочной техники в Украине позволяет определить условия успешного функционирования украинских производителей для обеспечения устойчивого спроса на их продукцию.

Сварочное оборудование. Выпуск сварочного оборудования и материалов для сварки и пайки является весомой составляющей сварочного производства в Украине. В Украине насчитывается 39 предприятий-изготовителей сварочного оборудования, сертифицированных в системе УкрСЕПРО [1], их производственные мощности позволяют суммарно производить 20–25 тыс. единиц оборудования в год, что позволяет удовлетворять потребности как внутреннего рынка, так и осуществлять поставки продукции на внешние рынки. Динамика производства сварочного оборудования и материалов представлена на рис. 1. Объемы выпуска сварочного оборудования зависят от конъюнктуры спроса и состояния мирового и национального рынков. Во время кризисных явлений объемы

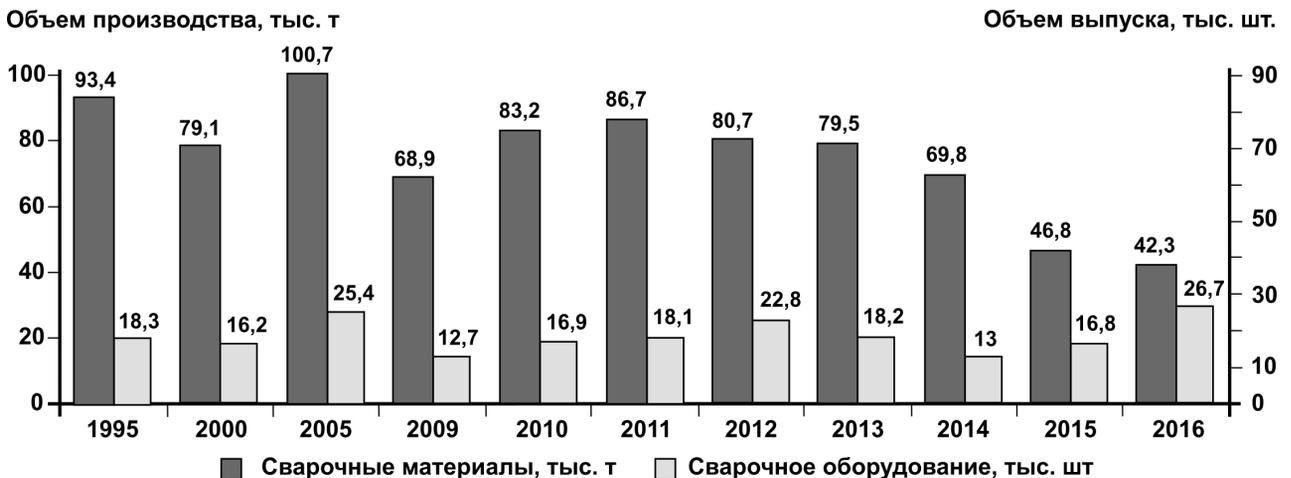


Рис. 1. Динамика производства сварочного оборудования и материалов в Украине

производства существенно сокращаются, а при восстановлении – увеличиваются.

Производство сварочного оборудования после спада в 2014 г., вызванного неблагоприятной ситуацией на мировом рынке, политическим и экономическим кризисами в Украине, увеличилось и в 2016 г. составило 26,7 тыс. ед., вследствие адаптации предприятий изготовителей сварочного оборудования к новым условиям на внутреннем рынке.

На рис. 2 представлена структура производства электросварочного оборудования в Украине.

В структуре производства сварочного оборудования преобладает выпуск автоматов и полуавтоматов для дуговой сварки. Объем их производства в последние годы постоянно растет и в 2016 г. почти в 2–2,5 раза превысил показатели предыдущих лет. За прошедший период ежегодно выпускается около 100 машин для контактной сварки. В основном это рельсоварочные машины, 98% выпуска которых идет на экспорт. Производство источников питания с 2014 г. резко сократилось и в 2016 г. составило 1,4 тыс. ед. Основной причиной такого спада является рост поставок импортного сварочного оборудования на украинский рынок, что приводит к жесткой конкуренции на внутреннем рынке и вытеснению отечественных производителей.

В Украине практически прекратился выпуск автоматизированных электросварочных линий и комплексов, а также специализированного оборудования для специальных способов сварки – наукоемкого и высокотехнологичного оборудования, в котором использованы запатентованные перспективные научные и инженерные решения.

Объем выпуска, тыс. ед.

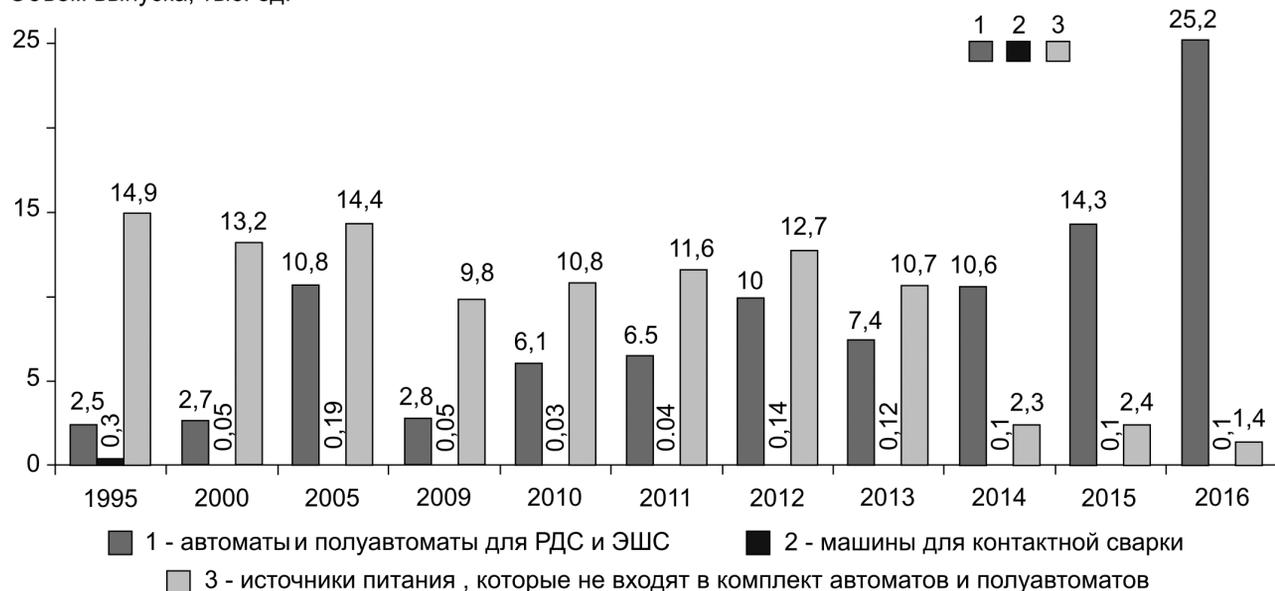


Рис. 2. Динамика и структура производства электросварочного оборудования, тыс. ед.

Как правило, такое уникальное оборудование наиболее конкурентоспособно и востребовано на рынке.

Динамика экспорта-импорта по группе товаров электросварочного оборудования представлена на рис. 3. За последнее время во внешнеторговой деятельности преобладают импортные операции. По сравнению с базовым периодом (2005 г.) объем импорта в 2016 г. увеличился в 1,8 раза. Объем экспорта электросварочного оборудования зависит от состояния экономики стран и спроса на внешних рынках. Наблюдаемое в настоящее время соотношение объемов импортных и экспортных операций формирует отрицательное сальдо по группе товаров электросварочного оборудования.

Экспортно-импортные операции охватывают свыше 50 стран. Среди них выделяются два основных региональных объединения – Европейский Союз (ЕС) и СНГ. На страны СНГ (в основном Россия, Беларусь и Казахстан) приходится основная часть экспорта, а импорт поступает в основном из ЕС и Китая.

На рис. 4 приведены данные экспорта-импорта за 2016 г. основной номенклатуры сварочного оборудования – машин для контактной сварки, аппаратов для дуговой сварки и др. машин и аппаратов для сварки – по основным региональным объединениям. В настоящее время наблюдается снижение объемов экспортных поставок в страны СНГ. Доля импорта из стран ЕС превышает 50%, а из стран Азии (в основном Китай) составляет 37%.

Анализ состояния экспортно-импортных операций по группе товаров электросварочного оборудования показал, что производителям такого

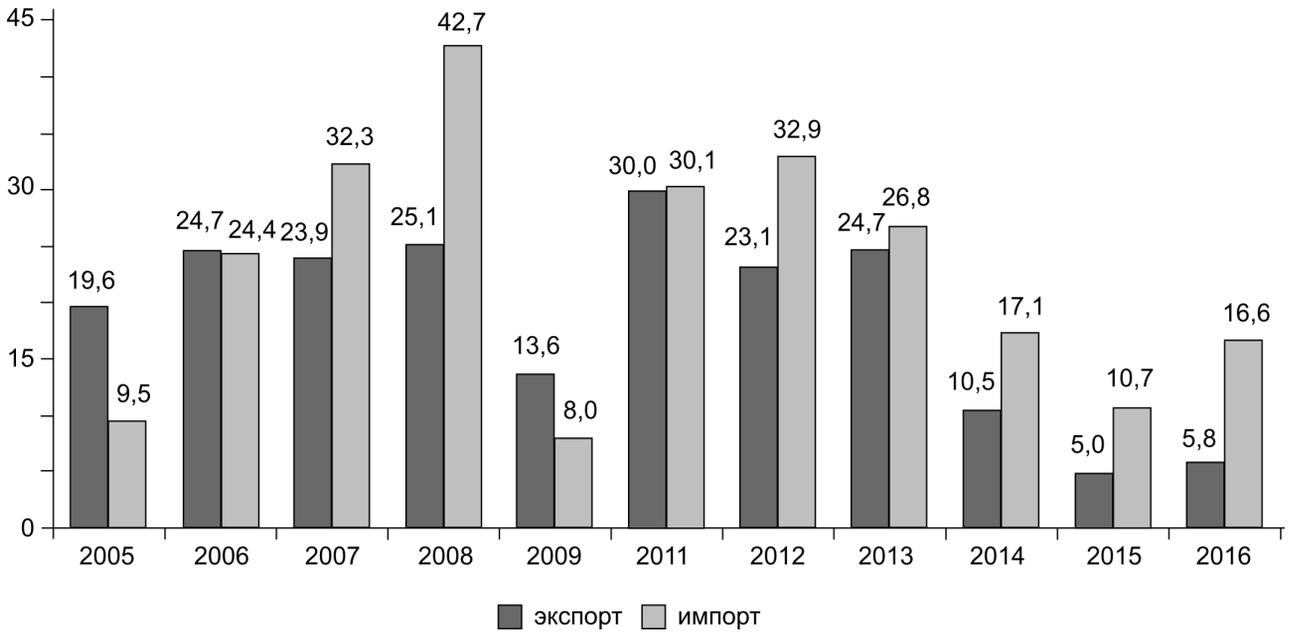


Рис. 3. Динамика экспорта-импорта по группе товаров электросварочного оборудования, млн. долл. США

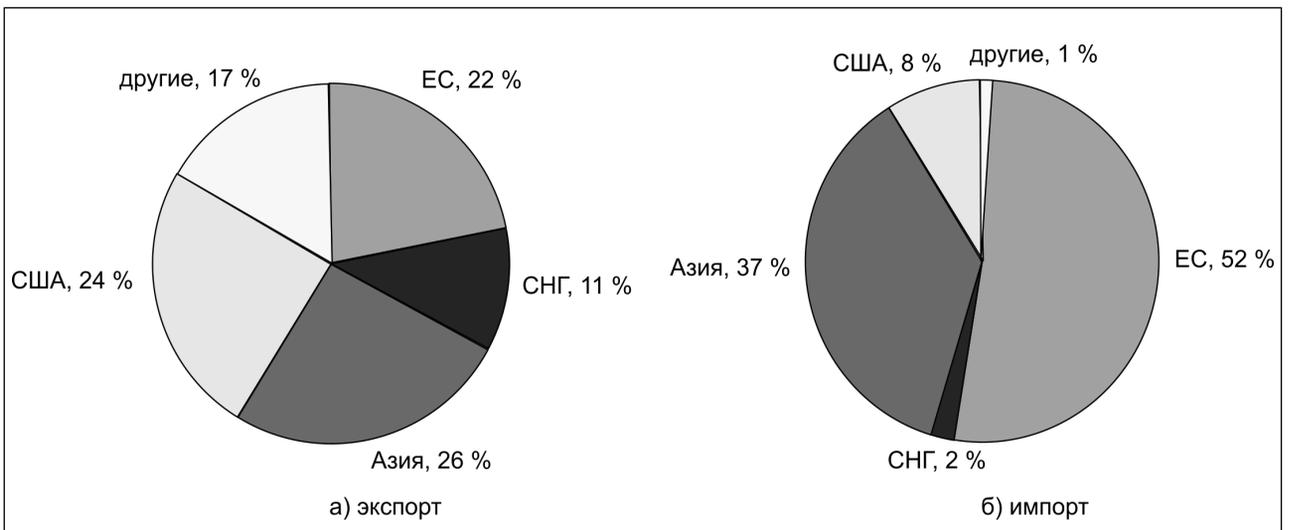


Рис. 4. Структура экспорта (а) и импорта (б) по основным региональным объединениям и странам в 2016 г.

оборудования необходима диверсификация направлений сбыта своей продукции. Большая зависимость от поставок электросварочного оборудования на рынок стран СНГ в сегодняшних условиях взаимоотношений стран скрывает в себе большие риски. Ограничения, вводимые на этом рынке, могут негативно сказаться на экономическом состоянии предприятий-изготовителей сварочного оборудования.

Сварочные материалы изготавливаются на 64 предприятиях, из которых 32 сертифицированы в системе УкрСЕПРО. Из них ведущими производителями являются «Запорожстеклофлюс», «ПлазмаТек», «Вистек», «Бадм Лтд», «Опытный завод сварочных материалов», «Ганза», «Мариупольский меткомбинат им. Ильича» и «Сумы-Электрод».

Производство сварочных материалов с 2012 г. постоянно сокращается. В 2016 г. объем выпуска составил 42 тыс. т, что почти в 1,5 раза меньше показателя 2012 г. Это обусловлено ограничениями в поставках продукции на рынок стран СНГ — основном рынке сбыта продукции и изменением структуры промышленного производства в Украине. Доля машиностроения в общем объеме промышленного производства сократилась почти в 4 раза (до 7,2%). Вследствие этого сократился выпуск основных видов промышленной продукции, в производстве которой сварочные технологии, применяемые для соединения и обработки основных конструкционных материалов, являются базовыми.

Структура производства сварочных материалов приведена на рис. 5. Анализ этих данных показывает снижение почти на треть всех показателей. Мощности украинских предприятий-производителей сварочных материалов способны удовлетворить потребности как внутреннего рынка, так и осуществлять поставки на внешние рынки.

Согласно данным 2016 г., в структуре сварочных материалов (рис. 5) основную часть (65%) занимает производство сварочных электродов, на сварочные флюсы приходится почти 15%, на сварочную проволоку обычного качества — 14%, на легированную проволоку — 5%, а доля порошковой составляет менее 1%.

Динамика экспортно-импортных операций по сварочным материалам представлена на рис. 6. Экспортные поставки почти в 2 раза превышают импорт, что позволяет обеспечивать положительный внешнеторговый баланс по группе товаров сварочных материалов.

Украинские производители в 2016 г. в основном экспортировали сварочные флюсы и электро-

ды, доля которых составляет почти 80% (рис. 7). В структуре импорта основной объем (86%) составляет легированная проволока, производство которой в Украине только осваивается на ведущих предприятиях.

С 2014 г. объем экспортных поставок сварочных материалов постоянно снижается и в 2016 г. составил 13 млн. долл. США (в 2,5 раза меньше показателя 2013 г.), что составляет почти треть объема их производства в Украине. Объем импорта за указанный период также снизился и составил 8,47 млн. долл. США.

Такое соотношение экспорта-импорта обеспечивает положительный внешнеторговый баланс по сварочным материалам на протяжении 2002–2016 гг. Внешнеторговый баланс в 2016 г. составил +4,65 млн. долл. США. Т.о. предприятия, производящие сварочные материалы способствуют поступлению иностранной валюты в Украину.

В 2016 г. экспортно-импортные операции по группе товаров сварочных материалов охватывали



Рис. 5. Динамика структуры производства сварочных материалов, тыс. т

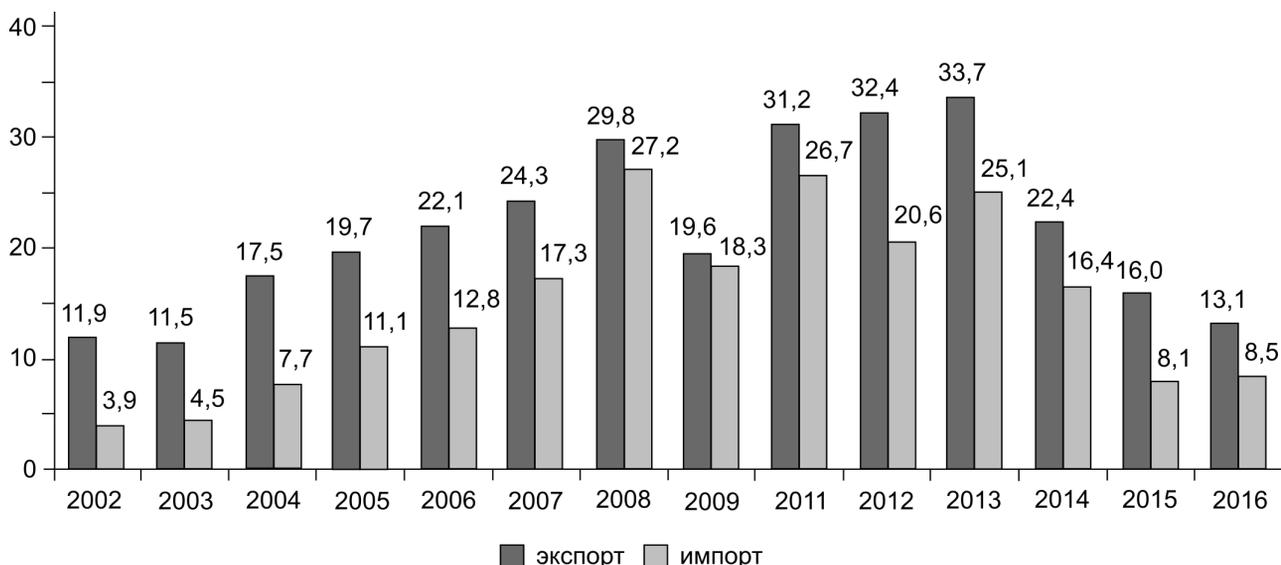


Рис. 6. Динамика экспортно-импортных операций по группе товаров сварочных материалов, млн. долл. США

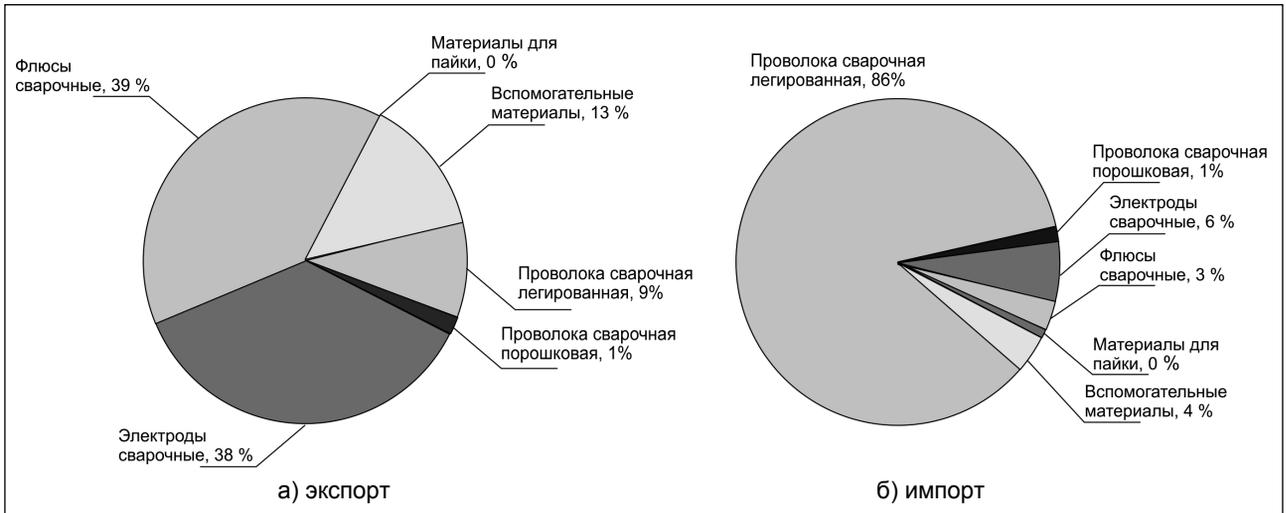


Рис. 7. Структура экспорта (а) и импорта (б) сварочных материалов

свыше 30 стран. Среди них выделяются страны, являющиеся участниками таких основных региональных объединений как ЕС и СНГ. На страны СНГ приходится основная часть экспорта, а импорт поступает в основном из ЕС и Китая. На рис. 8 приведена география экспорта-импорта сварочных материалов по основным региональным объединениям.

Внешнеторговый баланс. Экспортно-импортные операции по группе товаров сварочной техники осуществлялись с организациями свыше 60 стран. Данные о динамике внешнеторгового баланса приведены на рис. 9. Данные о внешнеторговом балансе по основным регионам по группе товаров электросварочного оборудования за 2016 г. приведены на рис. 10. Положительный баланс наблюдается со странами СНГ, Африки, Центральной и Южной Америки, а отрицательный – со странами ЕС и Азии (в основном Китай, Турция и Южная Корея).

Результаты проведенного анализа состояния украинского рынка сварочного оборудования и материалов позволяют сделать вывод:

- имеющиеся производственные мощности украинских предприятий-изготовителей позволяют удовлетворить внутренние потребности в электросварочном оборудовании и сварочных материалах, а также осуществлять поставки продукции на внешние рынки;
- наличие экономической, статистической и маркетинговой информации о сварочном производстве в Украине позволяет предприятиям принимать обоснованные решения по выработке стратегии действий на макро- и микроуровне для обеспечения своих конкурентных преимуществ и наращивания спроса на свою продукцию.

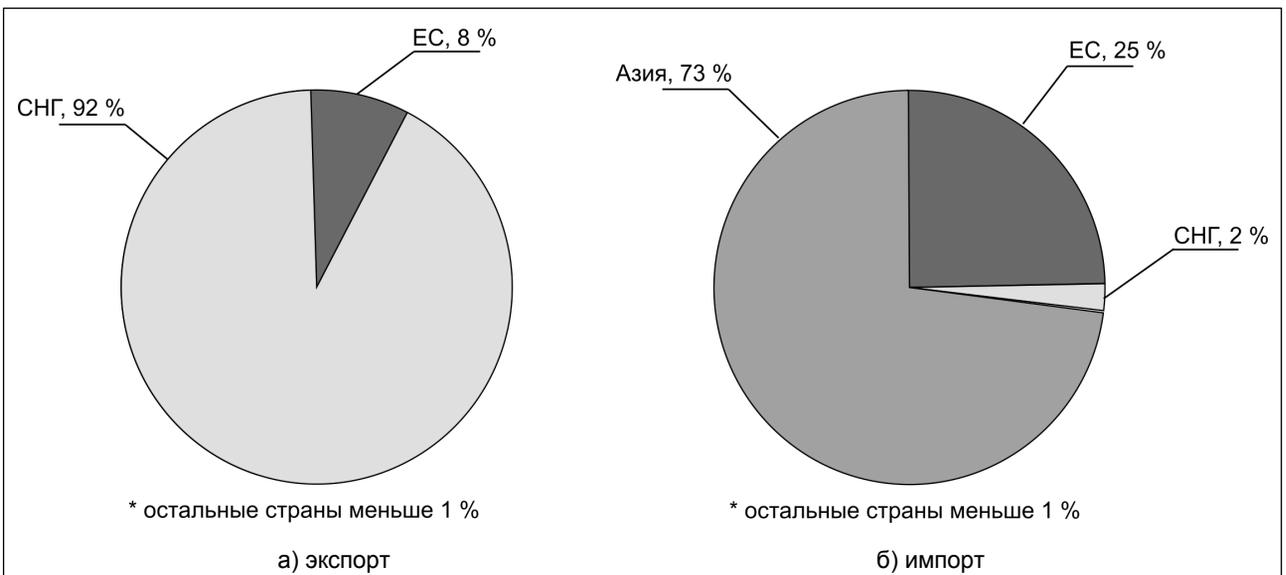


Рис. 8. География экспорта (а) и импорта (б) сварочных материалов по основным региональным объединениям в 2016 г.

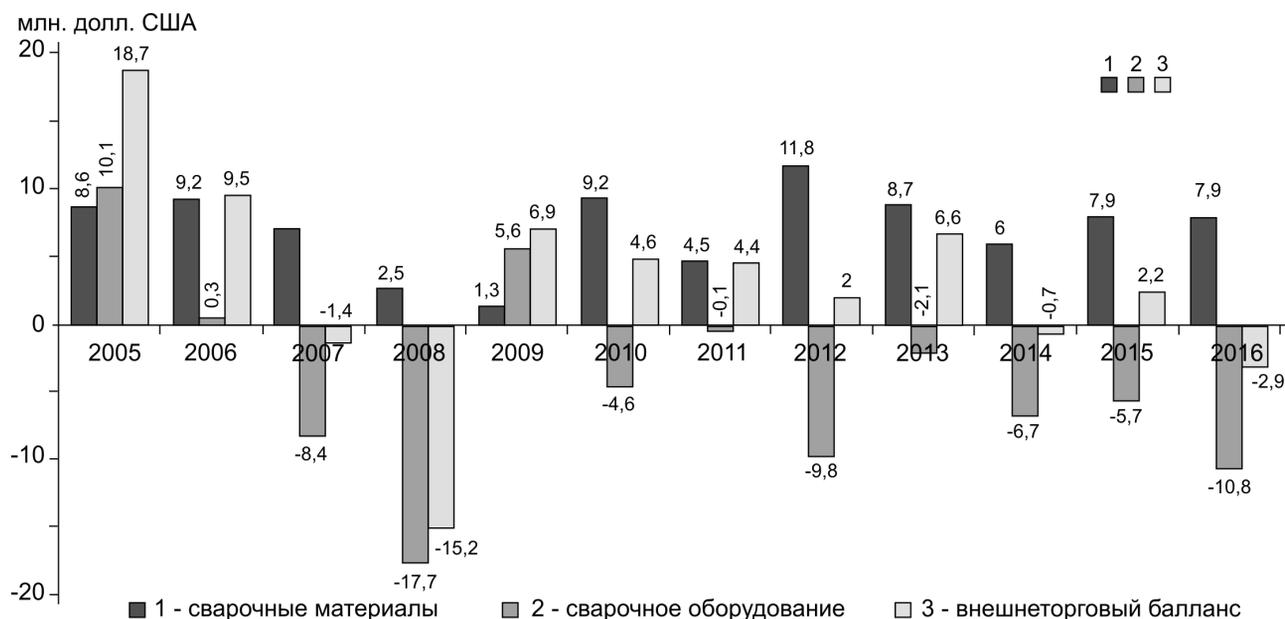


Рис. 9. Динамика внешнеторгового баланса по группе товаров сварочного оборудования и материалов, млн. долл. США

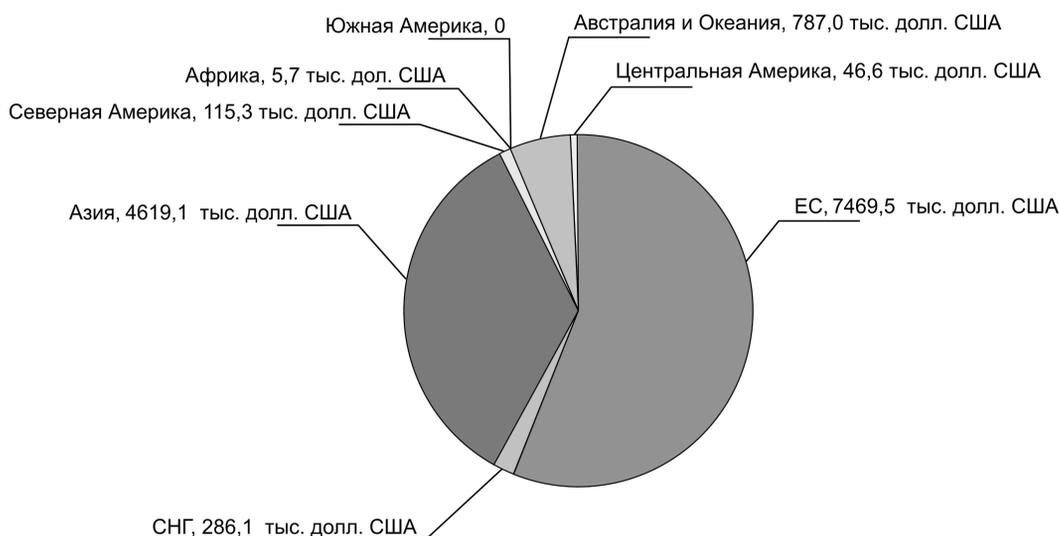


Рис. 10. Распределение внешнеторгового баланса по группе товаров электросварочного оборудования в 2016 г.

Литература

1. Коваленко В. С. Глобализация и лазерная технология. Режим доступа: <http://kpi.ua/ru/node/12977>.
2. Бернадский В. Н., Маковецкая О. К. Сварочное производство и рынок сварочной техники в современной экономике // Автомат. сварка. – 2007. – № 1 – С. 44–48.
3. Бернадский В. Н., Мазур А. А. Состояние и перспективы мирового сварочного рынка // Там же. – 1999. – № 11. – С. 49–55.
4. Pekkarı Bruno // Svetsaren. – 2006. – № 3. – P. 12–16.
5. Миддельдорф К., Фон Хофе Д. Тенденции развития технологий соединения материалов // Мир техники и технологий. – 2009. – № 11. – С. 12–16.
6. Маковецкая О. К. Современный рынок сварочной техники и материалов // Автомат. сварка. – 2011. – № 6. – С. 23–38.
7. Маковецкая О. К. Основные тенденции на рынке сварочной техники в 2008–2011 гг. и прогноз его развития (Обзор) // Там же. – 2012. – № 6. – С. 44–50.
8. Маковецкая О. К. Технологические инновации – основа повышения конкурентоспособности сварочного производства США // Там же. – 2012. – № 11. – С. 53–57.
9. Задольский А. Н., Ма Пин. Обзор рынка сварочного производства Украины // Бизнес-информ. – 2009. – № 5. – С. 33–39.

Сварочные агрегаты DENYO: универсальное оборудование для широкого спектра задач

Сварочные агрегаты DENYO производятся в Японии и успешно эксплуатируются в 130 странах мира. Более 10 лет они используются и в Украине. Сфера применения агрегатов DENYO охватывает самые разные отрасли экономики — от различных видов строительства до нефтегазового сектора, от использования в портах до применения коммунальными службами. Высокотехнологичное оборудование этой марки незаменимо в полевых условиях и в местах, где отсутствует или трудноосуществимо электроснабжение. В данной статье мы подробно рассмотрим сферы применения сварочных агрегатов DENYO и преимущества их использования в каждой отрасли.

Дизельные сварочные агрегаты DENYO — это высокопроизводительное, надежное, экономичное оборудование с низким уровнем шума. Аппараты DENYO позволяют работать и в режиме ручной дуговой сварки, и в полуавтоматическом режиме, не требуя при этом подключения к электросети. Более того, они сами могут выступать в роли мини-электростанции, обеспечивая стабильное выходное напряжение для подключения дополнительного оборудования.

Основные характеристики сварочных агрегатов DENYO.

1. Высокая производительность — все агрегаты могут работать при продолжительности включения (ПВ=100%).

2. Стабильные выходные параметры — за счет использования запатентованной системы управления на основе IGBT-транзисторов (патент стабильности сварочных характеристик № JP11170046). Встроенный микропроцессор анализирует ток на сварочных клеммах, напряжение, силу и режим сварочного тока (тип дуги) и соответственно изменяет форму и силу тока на выходных клеммах.

3. Автоматическое регулирование напряжения — с помощью блока AVR, позволяющего стабилизировать и регулировать напряжение переменного тока агрегата в зависимости от нагрузки, частоты оборотов генератора и др. факторов, влияющих на стабильность напряжения.

4. Экономичный режим работы (e-mode) — еще одна авторская технология DENYO (патент № JP2003305570), позволяющая оптимизировать расход топлива и увеличить моторесурс двигателя. Имеется три варианта экономичных режимов («изменяющийся», «высокие/низкие обороты», «низкие обороты»), зависящих от токовой нагрузки и режима сварочных работ.

5. Плавная регулировка давления сварочной дуги — дает возможность выбрать оптимальный режим сварки в зависимости от качества сварочных материалов, погодных условий и типа используемых электродов.

6. Защита от перегрева — в систему управления входит блок защиты, контролирующей температуру и ток агрегатов.

7. Отсутствие взаимного влияния постов при проведении сварочных работ за счет наличия и использования независимых обмоток на альтернаторе и биполярных IGBT-транзисторов нового поколения.

8. Отдельная обмотка для линейного выхода переменного напряжения служит надежным источником переменного тока 380/220 В — 50 Гц.

9. Комфорт и надежность в эксплуатации — низкий уровень шума, стабильный запуск при низкой температуре воздуха, компактные размеры и малый вес, удобное управление сварочным током через выносные дистанционные пульты с магнитным держателем.

Все больше промышленных предприятий в Украине приобретают одно- и двухпостовые сварочные агрегаты DENYO, выбирая их за простоту в эксплуатации, стабильные выходные параметры, 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 EvoIII Limited Edition.

В предыдущем номере («Сварщик» № 1–2018) мы уже рассказывали о том, какие модели применяются в нефтегазовом секторе. В этой статье предлагаем вам узнать больше о возможностях японских агрегатов и в других сферах деятельности.

Горнодобывающая промышленность.

Дизельные сварочные агрегаты DENYO эксплуатируются на многих предприятиях горно-обогатительного сектора экономики. Одним из первых предприятий в Украине, взявшим на вооружение сварочные агрегаты Denyo еще в 2007 г., стал Полтавский ГОК.

ОАО «Полтавский горно-обогатительный комбинат» — одно из крупнейших предприятий горнодобывающей промышленности в СНГ, основной экспортер железорудных окатышей. Комбинат осуществляет

полный технологический цикл: от добычи сырой руды до производства железорудных окатышей, подготовленного сырья для металлургических заводов.

В данной отрасли наибольшей популярностью пользуются двухпостовые сварочные агрегаты **DENYO DLW-400LSW**, которые применяются при сварке трубопроводов на участке водоотлива, для сварки металлических конструкций цеха ремонта экскаваторов, а также пульповодов цеха шламового хозяйства. Кроме того, использование автономных сварочных агрегатов позволяет оперативно и экономно проводить аварийные работы.

Выбор в пользу двухпостовых агрегатов продиктован их высокими техническими характеристиками, возможностью одновременной работы двух сварщиков, без взаимного влияния на сварочные процессы друг друга. Также немаловажную роль играет возможность эксплуатации агрегата с длинным сварочным кабелем, т.е. возможность проводить сварочные работы на значительном удалении от сварочного агрегата. Удобна также компактность агрегатов DENYO: малые габариты и вес позволяют легко монтировать их на кузов автомобиля типа «Газель», что незаменимо при перемещении по территории карьера.



Рис. 3. Ремонт пульповодов шламохранилища цеха шламового хозяйства обогатительной фабрики ЧАО «Полтавский ГОК» с помощью двухпостового сварочного агрегата DENYO

Работы в портах и судоверфях.

Высоко востребованы автономно работающие дизельные агрегаты в портах, где они используются на удаленных пирсах и для решения др. задач, требующих сварочных работ на выезде. В частности, сварочное оборудование DENYO используется в Мариупольском морском торговом порту, ГП «СК «Ольвия» в Николаеве и др. портах.

Сварочные агрегаты DENYO применяются в портах для мелкого судоремонта, ремонта перегрузочного оборудования (краны, погрузчики, транспортно-конвейерные линии), приспособлений для переработки грузов, всевозможных рам и зацепов, металлоконструкций, мелких и крупных металлических изделий. Их задействуют также в проводимых на территории порта строительных работах, используют в качестве автономного генератора на удаленных территориях.

При работе в портах особенно значимыми становятся показатели прочности и износостойкости корпуса, т.к. задачи часто выполняются в агрессивной



Рис. 1. Использование DENYO DLW-300LS на открытых площадках



Рис. 2. Применение DENYO DCW-480ESW в аварийных машинах



Рис. 4. Использование сварочного агрегата DENYO DLW-400LSW при портовых ремонтных работах в Мариупольском морском торговом порту

среде с повышенной влажностью и постоянным воздействием соленой воды. В таких ситуациях незаменимым становится кожух корпуса, который надежно защищает элементы дизельных агрегатов DENYO от атмосферных воздействий.

Транспортное и инфраструктурное строительство.

Сварочные агрегаты DENYO активно применяются в дорожном строительстве. В частности, однопостовое и двухпостовое оборудование закупили для своих нужд ООО «Будшляхмаш» и ФПП «Альтком», обеспечив дизельными агрегатами свои подразделения для дорожного строительства.

Сварочные агрегаты DENYO, как правило, устанавливаются на одноосных и двухосных прицепах, формируя сварочный мобильный передвижной цех. Сфера применения сварочных агрегатов в инфраструктурном строительстве очень обширна — сегодня без сварки не может обойтись ни один строительный объект, на котором применяются металлические конструкции. Агрегаты используются при строительстве мостов и путепроводов, которые на этапе сборки представляют собой отдельно взятые металлические элементы, требующие качественного и долговечного соединения. Сварка используется для установки и ремонта барьерных ограждений на дорогах, мостовых ограждений, для ремонта дорожной техники.

Специалисты-дорожники выбирают оборудование DENYO за его мобильность, позволяющую оперативно решать ремонтные задачи. Кроме того, эти агрегаты востребованы за их возможность выступать источником переменного тока. К ним легко можно подключить, например, машины для резки бетонных блоков, осветительные приборы для проведения сварочных работ в темное время суток и др.

Общегражданское и промышленное строительство.

Как уже упоминалось, любые строительные работы связаны с применением металлоконструкций, а, следовательно — и со сваркой. Поэтому многие строительные компании имеют в парке своего оборудования компактные, мобильные и главное — работающие автономно, сварочные агрегаты DENYO. К примеру, строительная компания ООО «Солстрой» закупила несколько двухпостовых агрегатов DENYO DLW-400LSW.

Возможность осуществления сварочных работ без подключения к электросети особенно важна на начальных этапах строительства, когда коммуникации еще не подведены и точки подключения попросту нет. Сварка используется при установке ограж-



Рис. 5. Сварочный агрегат DENYO DLW-400LSW на службе в ЧАО АК «Киевводоканал»

дений территории, создании арматурного каркаса для фундамента, обвязки свай арматурой, возведения лесов.

На дальнейших этапах агрегаты DENYO активно применяются при отсутствии электричества или перебоях в его поставке при монтаже балок, платформ, временных конструкций для наружной отделки зданий, при постройке этажей и монтаже кровли. Важна для удаленных, открытых стройплощадок и реализуемая агрегатами DENYO функция автономного генератора.

Коммунальные и аварийно-ремонтные службы.

Для коммунальных служб наиболее важной особенностью сварочного оборудования является его мобильность, возможность оперативно переместить в любую точку города для устранения аварий. Второе требование к оборудованию — низкий уровень шума, который очень важен при выполнении работ в ночное время суток. Все эти характеристики присутствуют у сварочных агрегатов DENYO; именно они важны для их использования такими предприятиями, как ЧАО АК «Киевводоканал», КП «Киевпастранс», ПАО «Киевэнерго», КП «Киевтеплоэнерго» и др.

Агрегатами DENYO комплектуются аварийные машины, в составе машин и отдельно их применяют при реконструкции теплосетей, прокладке и восстановлении коммунальных сетей городских хозяйств, при укладке и ремонте трамвайных рельс.

Легендарное японское качество сварочных агрегатов DENYO гарантирует безупречную работу этого оборудования в любой отрасли и при любых условиях — от строительства путепровода в Черниговской области до ремонта судопогрузочных машин в Мариуполе или Николаеве.

● #1743

Публикуется на правах рекламы

Denyo
Сварочные агрегаты. Генераторы. Компрессоры

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

Рентстор
Генеруємо цілісні рішення

Зварювальна маска 3M™ Speedglas™ 9002NC



**Зручність та видимість,
що ви бажали.
За ціною, яку ви можете
собі дозволити**

Наша класична зварювальна маска 3M™ Speedglas™ 9000 повернулася – оновлена удосконаленою оптикою, меншою вагою, більшим комфортом та чудовим новим виглядом!

Ви просили - ми почули. Більш ніж 20 років зварювальна маска 3M™ Speedglas™ 9000 встановлювала стандарти міцного, надійного захисту. Тепер ми включили кращі характеристики цієї новаторської маски до оновленої моделі 3M™ Speedglas™ 9002NC, пропонуючи новому поколінню зварювальників надзвичайну продуктивність за ціною, яка не підірве ваш бюджет.

Ця маска є поєднанням класичної моделі із найновішими технологіями 3M Speedglas. Удосконалена оптика з автозатемненням легко пристосовується до умов вашої праці, забезпечуючи світліший, яскравіший та детальніший огляд зварювальних швів. А полегшена вага і вузький профіль дозволяють більш вільно рухатися у тісному просторі.

Відроджена легенда

Ми повернулися до креслярської дошки щоб переобладнати Speedglas 9002NC відповідно до ваших потреб:

- **Кращий контроль зварювальної ванни**
– удосконалена оптика дозволяє краще контролювати зварювальну ванну завдяки кращому огляду: світлішому, яскравішому та більш реалістичному

- **Зменшення запітніння лінзи**
– завдяки вбудованому у маску клапану виходу

- **Покращена зручність**
– ергономічна конструкція оголів'я для точного припасування

Оголів'я має м'який тримач для легкого затягування, навіть при носінні рукавиць.



- **Свобода руху у тісному просторі**
– вузький профіль забезпечує широкий захист. Ширина щитка 23,6 см

- **Стильний обтічний дизайн**
– для сучасного професійного вигляду

- **Доступна вартість**
– робить прогресивну оптичну технологію автозатемнення 3M Speedglas доступною для кожного зварювальника: від початківців до досвідчених ветеранів

Подивіться як слід

Удосконалена оптика у зварювальних фільтрах Speedglas 9002NC допомагає вам побачити зварювання у новому світлі, забезпечуючи більш природну передачу кольорів та контрастність, як показано на цих фото



3M Наука.
Втілена в життя.™

ТОВ «3М Україна»
БЦ Горизонт Парк, вул. М. Амосова 12,
Київ, 03680, Україна
Тел. +38 (044) 490 57 77
www.3m.com/ua/siz



Ключові характеристики маски зварювальника
9002NC

Вага з ФАЗ: 485 г

Рівні затемнення (DIN): 8, 9, 10, 11, 12

Розмір ФАЗ: 55 x 107 мм

Види зварки: MMAW, MIG/MAG, TIG

Комплект установок производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической ТИГ – сварки кольцевых и продольных швов

Для изготовления небольших корпусных изделий из нержавеющей стали ООО «НАВКО-ТЕХ» предлагает ряд установок для автоматической ТИГ – сварки кольцевых (диаметром до 160 мм) и продольных (длиной до 500 мм) швов с подачей (или без) присадочной проволоки.

Примером таких изделий могут служить корпуса автомобильных воздушных обогревателей (рис. 1), которые производятся на ООО «АДВЕРС» (Самара, РФ). По заказу этого предприятия фирма «НАВКО-ТЕХ» поставила комплект из следующих пяти автоматических установок.

Установка АС399-С (рис. 2) – для сварки кольцевых поворотных швов с возможностью наклонять изделие на угол от 0 до 90 градусов и сваривать в наиболее благоприятном для формирования металла шва пространственном положении. Вращатель имеет полый вал, что позволяет выполнять сварку изделий разной длины в одной зоне вблизи планшайбы вращателя.

Установка АС399-С1 (рис. 3) – аналогичная установка с вращением изделия только относительно вертикальной оси.

Установка АС399-С4 (рис. 4) – для сварки бонки с корпусом. В этой установке круговое движение горелки выполняется по седловидной траектории, соответствующей линии пересечения двух наружных

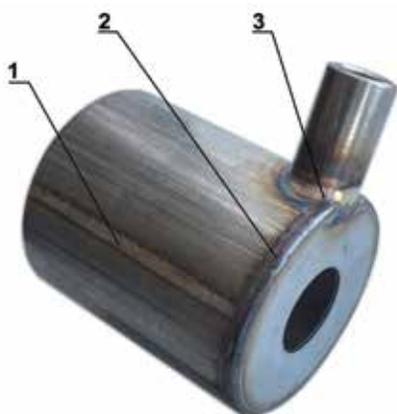


Рис. 1. Внешний вид корпуса обогревателя: 1 – продольный шов обечайки, сваренный на установке АС411-С1; 2 – кольцевой шов соединения обечайки с доньшком, сваренный на установке АС399-С; 3 – круговой седловидный шов соединения обечайки с бонкой, сваренный на установке АС399-С4



Рис. 2. Установка АС399-С



Рис. 3. Установка АС399-С1

цилиндрических поверхностей бонки и корпуса. Такая траектория движения достигается синхронным вращением изделия и вертикальным смещением горелки с помощью двух программно управляемых сервоприводов.

В установке предусмотрено цифровое задание параметров работы с панели оператора, создание библиотеки программ для десяти типов свариваемых изделий.



Рис. 4. Установка АС399-С4

Задание траектории перемещения горелки выполняется вводом с панели управления величин диаметров свариваемых бонки и корпуса, а также программированием положения точки начала сварки.

В отличие от первых двух однопозиционных установок, АС399-С4 — двухпозиционная, со сменой позиций с помощью высокоточного поворотного стола. В одной позиции выполняется ручная сборка деталей, в другой — их автоматическая сварка, что существенно повышает ее производительность.

Установка АС333–500-С (рис. 5) — однопозиционная, для сварки продольных швов обечаек диаметром от 42 мм и выше, и длиной до 500 мм.

Сварка выполняется на охлаждаемой жидкостью медной подкладке с клавишным прижатием свариваемых кромок, с дополнительной защитой хвостовой части сварочной ванны и поддувом аргона с обратной стороны шва.



Рис. 5. Установка АС333-500-С



Рис. 6. Внешний вид установки АС411-С1

Данная установка — одна из разновидностей исполнения установок типа АС333 («Сварщик» № 3–2013, с. 37).

Установка АС411-С1 (рис. 6) — двухпозиционная, для сварки продольными швами одновременно нескольких коротких обечаек диаметром от 42 до 65 мм, собранных в пакет. В состав установки входят два (в каждой позиции поворотного стола) пневматических приспособления для фиксации и последующей сварки трех — пяти (в зависимости от размера) обечаек. Приспособления обеспечивают ориентацию свариваемых кромок по одной линии и сжатие обечаек по торцам, что устраняет возможный дефект типа «сдвиг кромок» в осевом направлении. В конструкции приспособлений предусмотрены сменные зажимы для разных диаметров обечаек.

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

● #1744

Публикуется на правах рекламы

НАВКО-ТЕХ

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

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

Применение информационных технологий при подготовке сварочного персонала. Современные тенденции*

Л.М. Лобанов, академик НАНУ, д.т.н., А.Е. Коротынский, д.т.н. «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Ю. Буряк, А.Г. Сипаренко, В.Е. Попов, Д.С. Олияненко, ГП «НИЦ СКАЭ Украины ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ» (Киев)

Расширение областей применения сварки и родственных технологий, разработка новых конструкционных материалов, используемых для изготовления продукции, сопряжено с новыми, повышенными требованиями к технологиям сварки, качеству и ресурсу сварных соединений, квалификации персонала сварочного производства. Глобализация процессов промышленного производства заставляет даже успешно работающие предприятия пересматривать отношение к кадровому потенциалу, что обуславливает необходимость не только углубления и интенсификации фундаментальных и прикладных исследований для совершенствования существующих и разработки новых технологий и средств их реализации, достижения ответственности всех основных составляющих сварочного производства требованиям международных и гармонизированных с ними национальных стандартов, но и решения такой ключевой задачи, как подготовка персонала, квалификация которого соответствовала бы современным требованиям и программам международной сертификации. Это относится не только к выполняющим сварочные работы сварщикам, но и к инженерам, технологам и др. специалистам сварочного производства, занимающихся его организацией и практической реализацией. При этом термин «Подготовка» обобщает весь комплекс мероприятий от отбора кандидатов и их обучения до последующего тестирования и аттестации на право выполнения конкретного вида работ [1].

Целью настоящей работы является представление результатов исследований, поисковых, опытно-технологических и опытно-конструкторских работ, выполненных в 2002–2017 гг. в НИЦ СКАЭ совместно с ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ и ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, направленных на решение задач применения современных информационных технологий при подготовке сварочного персонала.

Рассмотрены современные тенденции применения информационных технологий при подготовке сварщиков и специалистов сварочного производства. Показано, что существующие проблемы могут быть преодолены только при условии повышения эффективности профессионального образования и модернизации процесса подготовки сварщиков и специали-

тов по сварке. Приведены результаты анализа, показывающие, что информационные технологии эффективно совершенствуются по следующим направлениям: дистанционный доступ к знаниям при самоподготовке и дистанционном обучении, тестирование и проверка знаний, создание компьютерных имитаторов (тренажеров) для обучения навыкам и умениям. Показано также, что новой областью использования информационных технологий являются дистанционный учет и документооборот при подготовке специалистов сварочного производства.

В последнее время в материалах Международного института сварки (IIW), докладах и статьях ученых и экспертов мирового уровня в области сварки указывается на имеющие место тенденции снижения престижа профессий сварочного производства, вследствие чего увеличивается дефицит квалифицированных сварщиков и специалистов по сварке, родственным технологиям и контролю в промышленно развитых и развивающихся странах [1–5]. Такие же тенденции характерны и для Украины и стран СНГ [1]. Очевидно, что их преодоление, равно как и решение задачи интенсификации подготовки отвечающего современным требованиям персонала, возможны только при условии повышения эффективности профессионального образования и модернизации процесса подготовки сварщиков и специалистов сварочного производства. Это может быть достигнуто путем совершенствования концепций, методик, способов и средств обучения, повышения квалификации и аттестации персонала сварочного производства [6, 7], т.к. профессия сварщика продолжает оставаться востребованной [8], а высокий профессионализм специалистов обеспечивает получение стабильно высокого качества сварных соединений и реализацию самых сложных технологических процессов сварки и родственных технологий [9].

Повышение эффективности профессионального образования и модернизация процесса подготовки сварщиков и специалистов по сварке могут быть успешно реализованы путем решения следующих задач:

- определение основных профессионально-технических и социально-производственных факторов труда сварщика;

* Часть 1. Продолжение в следующих номерах журнала.

- уточнение дидактических принципов подготовки;
- регламентирование процедур подготовки;
- определение компетенции инструкторов и наставников;
- разработка эффективных педагогических методов и технических средств подготовки.

На *рис. 1* представлены основные профессионально-технические факторы, определяющие эффективность подбора кандидатов, требования к их подготовке для выполнения конкретных видов работ, а также профессиональную подготовку сварщика, его способность эффективно управлять современным сварочным оборудованием и успешно адаптироваться к условиям и тяжести труда. Социально-производственные факторы труда сварщика, характеризующие такие его качества, как отношение к производственной дисциплине, мотивацию труда, рациональность действий в экстремальных ситуациях, удовлетворенность результатами трудовой деятельности, стремление к росту квалификации и мастерства — приведены на *рис. 2*.

Наиболее перспективными и действенными методами совершенствования процесса подготовки сварщиков и специалистов по сварке, сокращения сроков обучения и снижения его стоимости при одновременном расширении возможностей индивидуального подхода в учебном процессе являются методы, базирующиеся на использовании современных информационных технологий, в т.ч. на использовании возможностей Интернета [1].

В настоящее время упомянутые выше информационные технологии развиваются и совершенствуются по следующим направлениям:

- дистанционный доступ к знаниям за счет разработки и практического использования элек-

тронных учебников с использованием в них мультимедийных средств (графиков, анимации, звука), существенно повышающих эффективность обучения;

- использование для самоподготовки или получения допуска к работе программ тестирования для проверки знаний, что дает возможность квалифицированной их оценки (в т.ч. с удаленным доступом) и позволяет снизить или полностью исключить субъективизм в оценке знаний;
- применение для обучения умениям и навыкам имитаторов (тренажеров) разной степени приближения к реальным сварочным процессам при различных условиях выполнения сварки с использованием мультимедийных возможностей.

Основные области применения информационных технологий при подготовке сварщиков и специалистов сварочного производства приведены на *рис. 3*.

Новой областью использования информационных технологий является дистанционный учет и документооборот при подготовке сварочного персонала.

Информационные технологии позволяют детально участвовать в виртуальных познавательных процессах:

- изучать явления (например, получать понятия о реальном явлении в анимационной форме);
- наблюдать за работой и управлять развитием процессов сварки и сварочным оборудованием (интерактивное участие, с определенной степенью приближения к реальности, при изучении протекания процессов и их реализации, и особенностей оборудования);
- контролировать результаты обучения (контроль полученных знаний и навыков).



Рис. 1. Профессионально-технические факторы труда сварщика



Рис. 2. Социально-производственные факторы труда сварщика

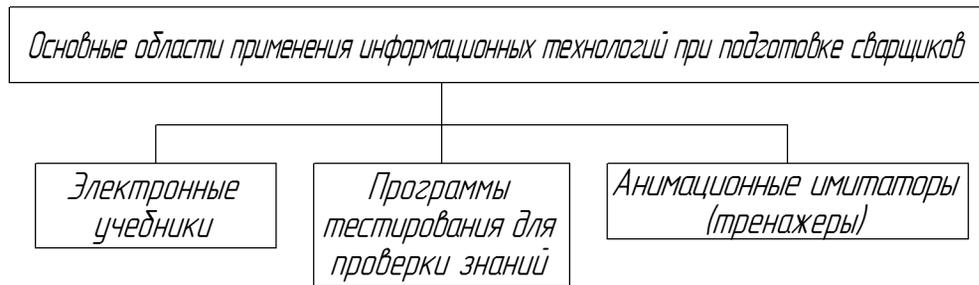


Рис. 3. Основные области применения информационных технологий при подготовке сварщиков

Все существующие системы профессиональной подготовки сварщиков и специалистов в области сварки, родственных технологий, диагностики и контроля, включая системы обучения ПИВ и Европейской сварочной федерации (EWF), предусматривают не только практическое обучение, но и обязательную теоретическую подготовку, направленную на приобретение знаний как в области сварочных технологий, так и связанных с ними общетехнических, специальных и междисциплинарных знаний. Объем, содержание и глубина такой подготовки определяются уровнем профессионального образования: начальное, среднее, высшее и послевузовское [10, 11].

До настоящего времени теоретическую подготовку осуществляют путем проведения аудиторных и лабораторных занятий, при этом учебные планы строят по модульному принципу с обязательным контролем знаний и умений после завершения занятий по каждому модулю и экзаменом после завершения полного курса теоретической подготовки [12, 13]. В процессе теоретических занятий используют плакаты, слайды, кино- и видеофильмы, аудиосредства, электронные макеты и стенды, реальные образцы сварочных оборудования, инструментов и материалов, технологических приспособлений и средств индивидуальной защиты [14, 15].

Однако современные концепции профобразования требуют индивидуализации и сокращения сроков и стоимости обучения, формирования у обучающихся устойчивой мотивации и необходимости расширения и углубления знаний. Именно поэтому в последние годы наблюдается интенсификация поиска новых методик, форм и средств обучения сварщиков и специалистов сварочного производства, базирующихся на компьютерных мультимедийных технологиях. Применение таких технологий существенно расширяет возможности индивидуально-обучения и самостоятельного приобретения знаний, обеспечивает возможность дистанционного общения с преподавательским составом учебных заведений по Интернету в режиме «on-line» или с помощью электронной почты, получения необходимой информации не только в виде текстов с рисунками, но и в виде анимаций, видеофильмов и аудиокomпозиций, участия в дистанционных конференциях и занятиях, проводимых на интерактивной основе [16].

Разработка методик и технических средств обучения сварщиков и специалистов в области сварочного производства с применением современных информационных компьютерных технологий, интерактивных досок и др. мультимедийных средств обучения активно ведется в Украине (ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, НТУУ «КПИ», Институт новых технологий в образовании и др.), в России (НАКС, МГТУ им. Н. Э. Баумана, ВолгГТУ, ДГТУ, ТулГТУ и др.), в странах ЕС, Китае, Бразилии, Японии, Австралии и др. Наиболее значимые результаты по совершенствованию системы подготовки сварщиков и специалистов сварочного производства достигнуты в Германии [17]. В частности, новые образовательные концепции и средства обучения с широким использованием информационных технологий Интернетом продвигаются на мировой рынок компаниями GSI и SLV (ФРГ). Их апробация демонстрирует ряд преимуществ по сравнению с базирующимися на аудиторных занятиях классическими методами — индивидуальный выбор времени, вида и темпа обучения, сокращение его стоимости, возможность обучения и повышения квалификации без отрыва от работы. Эффективность методов дистанционного и смешанного обучения признана Немецким обществом сварщиков (DVS), EWF и ПИВ, а сами эти методы рекомендованы для широкого использования в международной системе образования сварщиков и специалистов сварочного производства. В соответствии с этими тенденциями происходит унификация требований к качеству продукции сварочного производства с взаимным признанием различных систем аттестации и подготовки специалистов [18].

Целью практической составляющей профессионального образования сварщиков является выработка навыков и умений ведения процесса ручной и механизированной сварки, а для автоматической сварки — контроля за процессом и корректировки параметров.

Формирование у сварщика навыков и умений возможно только при использовании репродуктивного метода обучения, обеспечивающего усвоение, совершенствование и восстановление навыков и умений путем систематических многократных повторений действий и стандартных решений для отработки их автоматизма, закрепления точности и быстроты выполнения операций, приспособления

организма и психики обучаемого к определенным условиям работы [19–21]. Для достижения положительных результатов при использовании репродуктивного метода необходима организация процесса обучения, основанная на принципах доступности и сознательности [21, 22], с разбивкой комплексной задачи обучения на ряд локальных задач, причем каждая последующая задача должна отличаться от предыдущей повышенной степенью сложности выполнения [10, 17, 23]. Это же в полной мере относится и к выработке решений и рациональности действий в экстремальных ситуациях, при отказе сварочного оборудования или существенном изменении воздействующих факторов внешней среды.

В зависимости от уровня специалиста соотношение долей практической и теоретической подготовки должно изменяться: от 5 до 10% теории и от 90 до 95% практики для сварщиков и, соответственно, до 70 и 30% для инженеров [24].

При выборе методов и средств обучения необходимо учитывать дидактическое обеспечение процесса подготовки сварочного персонала и цели, реализуемые в процессе обучения [25]. Есть все основания предполагать, что в связи с расширением областей использования информационных технологий традиционные дидактические принципы образования должны быть дополнены новыми условиями подготовки сварочного персонала и новыми критериями изменившейся учебной среды [25, 26]. К числу

новых дидактических принципов должны относиться следующие:

- личностно-ориентированного обучения (принцип индивидуальности), основанный на индивидуальности рабочего места при теоретической и практической подготовке;
- виртуальности процессов и явлений, характерной особенностью которых является замена реальных явлений их образами;
- выбора решений из предложенных вариантов при контроле усвояемости материала и оценке рациональности действий в процессе реализации виртуальных технологических процессов;
- интерактивности, предполагающий возможность корректировки программы подготовки в зависимости от промежуточных результатов контроля приобретенных навыков и знаний;
- интерактивного взаимодействия с виртуальными процессами и оборудованием.

Следует отметить, что если в подготовке инженерного звена есть определенные успехи [16, 17, 27], то подготовке сварочного персонала по рабочим профессиям с использованием информационных технологий необходимо уделить большее внимание.

Для качественного выполнения работ в соответствии с концептуальным подходом к развитию знаний, выработке навыков и умений у сварщиков нужно обязательно учитывать аспекты, представленные на рис. 4.

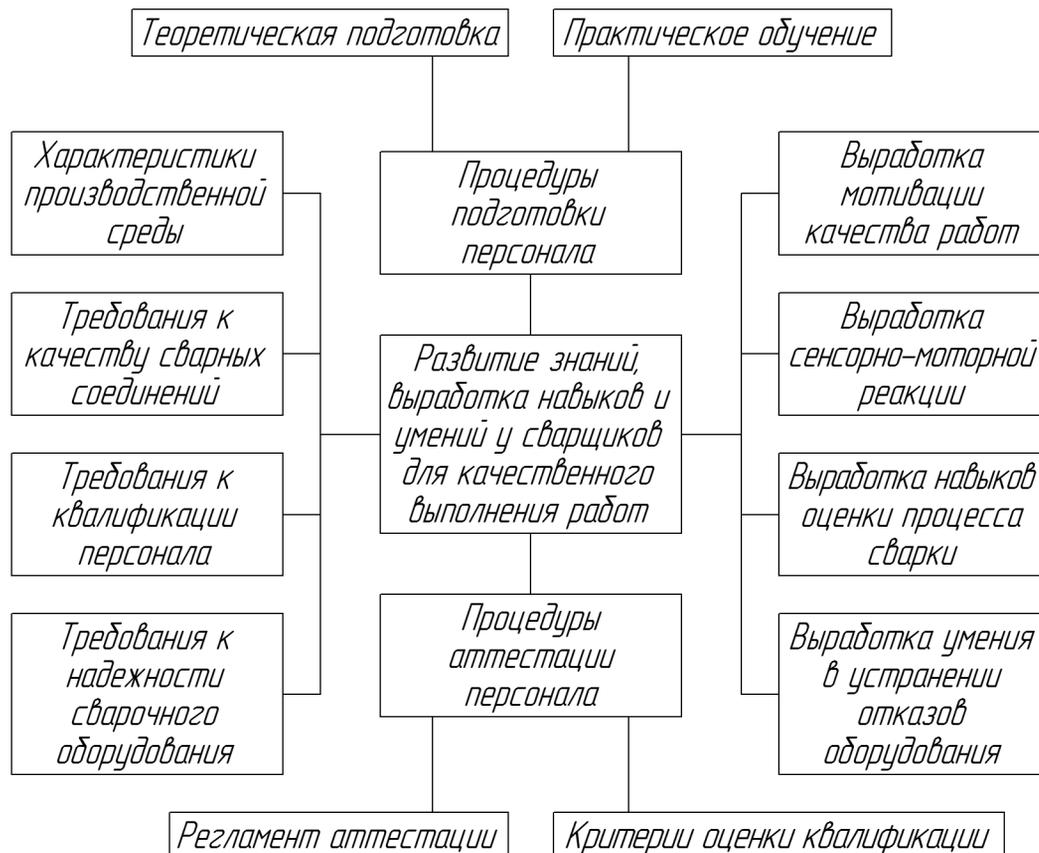


Рис. 4. Концептуальный подход к развитию знаний, выработке навыков и умений

Очевидно, что использование традиционных методов профподготовки при обучении сварщиков, повышении их квалификации и получения навыков и умений выполнения различных видов сварки является весьма сложным, длительным, дорогостоящим и энергоемким процессом. Учебный процесс подвержен при этом существенно влиянию субъективных факторов, что связано с отсутствием расчетных критериев, позволяющих однозначно оценивать результаты тренировочных сеансов, со значительной зависимостью учебного процесса от уровня профессионализма преподавателя (инструктора), психофизиологического состояния обучающихся и преподавателя, его взаимоотношений с каждым обучающимся [13, 16, 28].

Поэтому практически одновременно с началом развития сварочной науки и техники возник интерес к созданию технических средств обучения сварщиков, в частности тренажерно-обучающих устройств и систем, которые предоставили бы возможность усвоить необходимые психомоторные навыки ведения процесса сварки; сократить сроки и повысить качество обучения; минимизировать роль субъективных факторов в оценивании результатов тренировочных сеансов и этапов обучения, а также обучения в целом; существенно снизить стоимость обучения, в т.ч. за счет значительной экономии материалов и электроэнергии; и которые можно использовать на всех стадиях подготовки сварщиков — от профессионального отбора до допускового контроля и аттестации.

В ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ совместно с ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ еще в 1981 г. был разработан дисплейный сварочный тренажер ЭТС, позволивший впервые оценить на практике перспективность использования информационных технологий при подготовке сварщиков [29] и явившийся прообразом целой серии тренажеров, разработанных впоследствии.

Тренажер ЭТС, построение и работа которого основаны на имитации средствами электроники основных процессов ручной дуговой сварки с количественной оценкой технологических параметров, влияющих на качество сварных соединений, позволил оценивать навыки и физиологическое состояние сварщика на основе регистрации реальных движений его руки с электрододержателем.

Такой подход дает возможность:

- усложнять или упрощать имитируемую сварочную ситуацию в зависимости от уровня подготовки обучающегося;
- изменять в широких пределах основные параметры имитируемого сварочного процесса;
- вводить в сценарий подготовки экстремальные ситуации;
- многократно возвращаться к повторению нужного эпизода;
- независимо получать объективную оценку навыков и умений обучающегося или тестируемого.

Учитывая, что современные информационные технологии обеспечивают физико-математическое моделирование явлений и процессов в виртуальной среде, накопление, автоматизированную обработку и долговременное хранение информации, а также развитие средств коммуникации и связи, есть все основания утверждать, что они являются важным резервом повышения эффективности тренажерных систем.

Исходя из изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Преодоление отрицательных тенденций дефицита квалифицированных сварщиков и специалистов сварочного производства, а также решение задачи подготовки отвечающего современным требованиям сварочного персонала могут быть достигнуты только при условии повышения эффективности профессионального образования и модернизации процесса подготовки сварщиков и специалистов по сварке, в частности, путем широкого использования современных информационных технологий, обеспечивающих практическую реализацию таких научно-технических направлений, как физико-математическое моделирование явлений и процессов, создание многомерной виртуальной среды, возможность накопления, автоматизированной обработки и долговременного хранения информации, а также передачи информации в реальном режиме времени в любую точку земного шара с помощью современных средств связи.

2. В настоящее время информационные технологии при подготовке сварщиков и специалистов сварочного производства совершенствуются по следующим направлениям: дистанционный доступ к знаниям при самоподготовке и обучении; тестирование и проверка знаний; создание имитаторов (тренажеров) для обучения навыкам и умениям. Новой областью использования информационных технологий является дистанционный учет и документооборот при подготовке сварщиков и специалистов сварочного производства.

3. Эффективным методом выработки навыков и умений при реализации процессов сварки, сокращения сроков обучения и снижения его стоимости, минимизации роли субъективных факторов в оценивании результатов обучения является расширение области применения тренажеров — от профессионального отбора до допускового контроля и аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить признательность член — корр. НАНУ В.В. Васильеву (ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ) и докт. техн. наук, профессору С.И. Полоскову (ФГУ НИЦ «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана), предоставивших ценные советы и оказавших действенную помощь при подготовке данной работы.

Литература

1. Патон Б.Е., Коротынский А.Е., Богдановский В.А. и др. Информационные технологии при подготовке сварщиков и специалистов сварочного производства: современные тенденции. // Сварка и Диагностика.— 2010.— № 1.— С. 10–15.
2. Сталлоне К. Улучшение качества жизни посредством оптимального использования сварочных технологий. // Автомат. сварка.— 2008.— № 11.— С. 30–39.
3. Миддельдорф К., Фон Хофе Д. Тенденции развития технологий соединения материалов. // Там же.— 2008.— № 11.— С. 39–47.
4. Stallbone C. The challenges in education and training for third world countries Part.1 // FWP: Materials engineering journal.— 1992.— Vol. 32.— № 4.— P. 25–27.
5. Stallbone C. The challenges in education and training for third world countries Part.2 // FWP: Materials engineering journal.— 1992.— Vol. 32.— № 5.— P. 11–16.
6. Кутын Н.Г. Анализ состояния и перспективы развития системы аттестации сварочного производства на объектах, подконтрольных Ростехнадзору. // Сварка и Диагностика.— 2009.— № 3.— С. 2–3.
7. Когурэ Х., Фудзита Ю. Системы аттестации и сертификации сварочного персонала в Японии. // Автомат. сварка.— 2003.— № 10–11.— С. 178–182.
8. Лоусон Дж. Новые возможности в профессии сварщика. // Сварка и Диагностика.— 2008.— № 4.— С. 13–14.
9. Алешин Н.П., Лукьянов В.Ф., Прилуцкий А.И. и др. Критерии соответствия при производственной аттестации сварочных технологий. // Свар. пр-во.— 2004.— № 11.— С. 47–49.
10. Орлов А.С., Лукьянов В.Ф., Прилуцкий А.И., Жабин А.Н. Организация работ по аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства на строительных объектах. // Сварка и Диагностика.— 2008.— № 6.— С. 5–8.
11. Фролов А.В., Федоров А.С. Организация системы непрерывного многоуровневого профессионального образования на основе государственного кадрового заказа. // Свар. пр-во.— 2006.— № 12.— С. 48–50.
12. Nowacki I., Szefer Z. Kszta cenie in ynier w spawalnik w Politechnice Szczeci skiey wed ug mi dzynarodowych trend w globalizacji szkolenia. // Przegląd spawalnictwa.— 2007.— № 7.— S. 15–21.
13. Wang Y., Zh. Nan, Chen Y. Hu. Study on welder training by means of haptic guidance and virtual reality for arc welding. // Robotics and Biomimetics.— 2006.— № 1.— P. 954–958.
14. IAB-252-07, <http://www.iiv-its.org/iiv/extranet/static/IAB/IAB-252-07-Personnet-Responsibility-Welding-Coordination.pdf>.
15. Шалимов М.П. Предаттестационная подготовка специалистов сварочного производства. // Сварка и Диагностика.— 2007.— № 3.— С. 10–12.
16. Лукьянов В.Ф. Опыт использования дистанционного обучения для профессиональной переподготовки инженеров сварочного производства. // Там же.— 2007.— № 3.— С. 12–14.
17. Кайтель С., Арнс К. Образование и подготовка специалистов в области сварки и испытания материалов. // Автомат. сварка.— 2008.— № 11.— С. 204–207.
18. Фон Хофе Д. Объединение сертификации по системам НАКС и DVS ZEPT для требований к качеству сварки согласно ISO 3834. // Сварка и Диагностика.— 2007.— № 4.— С. 12–14.
19. Новиков А.М. Процесс и методы формирования трудовых учений. М.: Высшая школа.— 1986.— 288 с.
20. Шукшунов В.Е., Бакулов Ю.А., Григоренко В.И. и др. Тренажерные системы. М.: Машиностроение.— 1981.— 256 с.
21. Васильев В.В., Симак Л.А., Богдановский В.А. и др. Имитационное моделирование и тренажерно-обучающие системы в электросварке. Киев: НАНУ.— 2003.— 120 с.
22. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. М.: Педагогика.— 1981.— 254 с.
23. Чебышева В.В. Психология трудового обучения: трудовые умения, навыки и условия трудового обучения. М.: Просвещение.— 1969.— 303 с.
24. Сидоров В.П., Столбов В.И. Организационно-техническое обеспечение непрерывной практической подготовки сварщиков и специалистов сварочного производства. // Сварка и Диагностика.— 2007.— № 4.— С. 5–7.
25. Полосков С.И. Дидактика подготовки специалистов сварочного производства с применением информационных технологий. // Дидактика современного учебного предмета. М.: Ин-тут теории и истории педагогики Российской академии образования.— 2006.— С. 252–255.
26. Полосков С.И. Применение информационных технологий при подготовке сварщиков. // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий. Тамбов: ТГУ им. Г.Р. Державина.— 2006.— С. 92–97.
27. Кривин В.В., Ишигов И.О. Моделирование виртуального пространства оператора-сварщика ручной дуговой сварки. // Информационно-вычислительные технологии и их приложения. Пенза: ПГСХА.— 2006.— С. 133–136.
28. Шебеко Л.П. Производственное обучение электрогазосварщиков. М.: Высшая школа.— 1979.— 133 с.
29. Патон Б.Е., Богдановский В.А., Васильев В.В., Даниляк С.Н. Электронные тренажерные системы в сварке. // Автомат. сварка.— 1988.— № 5.— С. 45–48.

У истоков прорывных технологий современности. К 100-летию со дня рождения Н.Г. Остапенко

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



Рис. 1. Н. Г. Остапенко

Остапенко Николай Герасимович родился в г. Астрахани (РФ) 05.03.1918 г. В 1941 г. окончил Киевский индустриальный институт (НТУУ «КПИ» им. И.И. Сикорского) по специальности «инженер-электрик» и был направлен на артиллерийский завод № 172 в городе Мологов (Пермь). В 1944 г. Е. О. Патон пригласил Н.Г. Остапенко — мастера участка,

где эффективно применялась автоматическая сварка, продолжить работу в ИЭС. И здесь открылся талант Остапенко находить оригинальные решения научных и практических проблем. Ему впервые удалось увидеть, что и как плавится под флюсом, просветив зону сварки рентгеновскими лучами. Исследования Остапенко имели большое значение для понимания сущности ряда процессов. В 1948 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию [1, 2, 3].

В это время он выполнил первые экспериментальные работы по приварке шпилек и цилиндрических шипов под флюсом, создал оригинальную аппаратуру, которая сразу же начала применяться на машиностроительных, судостроительных, котельных и др. заводах [4, 5].

Однако развитием и продвижением сварки под флюсом уже занимались многие, и Остапенко переключился на поиск новых оригинальных технологий. За основу он взял способ Электрогеффест — сварку угольным электродом. Но в способе Н.Н. Бенардоса Н.Г. Остапенко вместо горючего газа применил в качестве защитной среды углекислый газ. Причем, опережая идею сварки плавящимся электродом в углекислом газе, в качестве присадочной проволоки применил разработанную еще в 1936 г. в ИЭС В.И. Дятловым проволоку с повышенным содержанием кремния и марганца. Впрочем, технология и без присадки нашла широкое применение для сварки соединений по отбортовке канистр, кожухов конденсаторов, трансформаторов и др. [6].

Наиболее эффективным оказался вклад Н.Г. Остапенко в развитие контактной сварки. В 1944 г. Е.О. Патон поставил задачу усовершенствовать контактную сварку, ориентируясь на требования промышленности. Б.Е. Патоном и В.К. Лебедевым

была сформулирована новая методика электромагнитных расчетов сварочных трансформаторов. Под руководством Б.Е. Патона были развернуты исследования контактной сварки, в т.ч. вторичных цепей машин, особенностей оплавления, возможностей повышения тепловой мощности и др. Был предложен ряд конструктивных решений, в т.ч. касающихся вторичного контура сварочной машины с пониженным сопротивлением короткого замыкания, различные типы регуляторов тока. В частности, В.К. Лебедев разработал принцип подобия. Выдающимся вкладом в развитие сварки является создание впервые в мире контурных трансформаторов. Сердечник трансформатора охватывает стыковое соединение по контуру, а первичные и вторичные витки равномерно распределены по всему периметру сердечника. Вторичный виток может быть сплошным или состоять из нескольких отдельных элементов. Это прорывное решение найдено выпускниками двух научных школ Московского энергетического института В.К. Лебедевым и КПИ Н.Г. Остапенко. В ОКТБ ИЭС под руководством В.А. Сахарнова началась разработка новой инновационной техники с невиданными ранее возможностями.

Новый принцип подвода энергии при контактной сварке позволил решить в комплексе технологические и электротехнические проблемы, в т.ч., снижение мощности и обеспечение надежности работы сложных электросхем, механических и гидравлических приводов. Машины с кольцевым трансформатором имеют в 10–20 раз меньшее сопротивление короткого замыкания, чем универсальные стыковые машины большой мощности. Применение контактной сварки непрерывным оплавлением значительно расширило номенклатуру изделий, повысило производительность, снизило расход электроэнергии [7, 8].

В 1952 г. впервые в мировой практике с применением передвижного агрегата контактной сварки был построен большой участок магистрального нефтепровода Уфа-Омск диаметром 377 мм. При непосредственном участии Н.Г. Остапенко решена проблема стыковой сварки обсадных труб при их спуске в нефтяные и газовые скважины.

В 1970-х гг. впервые в мире для строительства сверхмощных трубопроводов диаметром 1420 мм созданы: передвижной трубосварочный комплекс «Север» с самоходным аппаратом, перемещающимся внутри трубопровода, оборудование для сварки

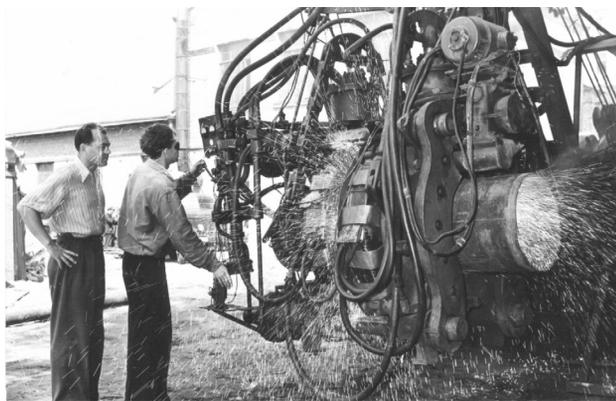


Рис. 2. Эксперименты по контактной сварке непрерывным оплавлением, ИЭС им. Е.О. Патона, 1956 г.

высокопрочной стержневой арматуры, используемой в строительных конструкциях и на металлургических заводах, деталей сложного профиля из высокопрочных алюминиевых сплавов узлов авиационной и ракетостроительной отрасли (В.К. Лебедев, С.И. Кучук-Яценко, В.А. Сахарнов и др.). Производительность сборочно-сварочных работ увеличилась в 5–10 раз, расход электроэнергии снизился в два раза, сварка выполняется без вспомогательных материалов, процесс полностью автоматизирован, что обеспечивает стабильное воспроизведение заданных режимов. Для повышенной удельной мощности, концентрации энергии при сокращении зоны термического влияния, сокращения припуска на оплавление, впервые в мире разработан процесс сварки пульсирующим оплавлением (С.И. Кучук-Яценко). В 1970–1980-х гг. с помощью комплексов «Север» и «Стык» построено свыше 100 тыс. км мощных магистральных газо- и нефтепроводов: «Дружба», «Средняя Азия – Центр», «Уренгой – Ужгород» и др.

Новый принцип контактной сварки был положен в основу создания инновационной технологии сварки рельс. В ОКТЬ ИЭС разработаны несколько конструкций машин для сварки в стационарных условиях и непосредственно при прокладке железнодорожных путей. Впервые в мировой практике была применена высокопроизводительная контактная сварка

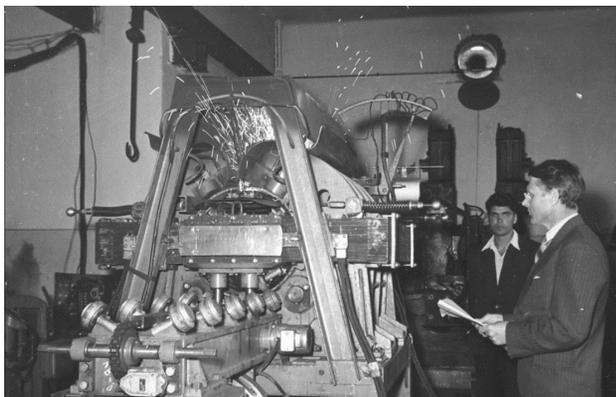


Рис. 3. В.А. Сахарнов и С.И. Кучук-Яценко, ИЭС им. Е.О. Патона, 1955 г.



Рис. 4. Сварка комплексом «Стык» на трассе Уренгой – Ужгород, 1969 г.

в полевых условиях. Серийный выпуск высокопроизводительных машин для сварки рельсов и профильного проката был налажен на Каховском заводе электросварочного оборудования Австрийской фирмой. На разработки новой инновационной техники получены десятки авторских свидетельств и патентов. Лицензии на право применения сварки рельсов купили фирмы США и ряд др. зарубежных фирм.

Бесстыковые «бархатные» пути оказались необходимы для транспортировки грузов специального назначения. В 1963 г. начата прокладка железнодорожных путей для транспортировки на химкомбинатах твердого ракетного топлива в таких условиях эксплуатации, как огромные нагрузки, взрывобезопасность, работа в автономном режиме без толчков и ударов. Бесстыковые пути были проложены на заводах, где перевозят ядерные боеголовки («Северном заводе» в Северодвинске РФ и др.).

В 1980 г. в конструкторском бюро «Южное» и на «Южном машиностроительном заводе» («ЮМЗ», Днепропетровск) были созданы боевые железнодорожные ракетные комплексы (БЖРК) с ракетой РТ-23 (SS-24). Известно, что в США отказались от разработки такого оружия, когда подсчитали проблемы, возникшие на пути реализации подобной идеи. Одной из таких проблем является вес ракетного комплекса с пусковым контейнером – 126 т, а вместе с вагоном вес достигал 200 т. Для обеспечения



Рис. 5. В.А. Сахарнов и Б.Е. Патон. Международная выставка, Киев, 13 мая 2005 г.



Рис. 6. «ЮМЗ», контактная сварка обечайки

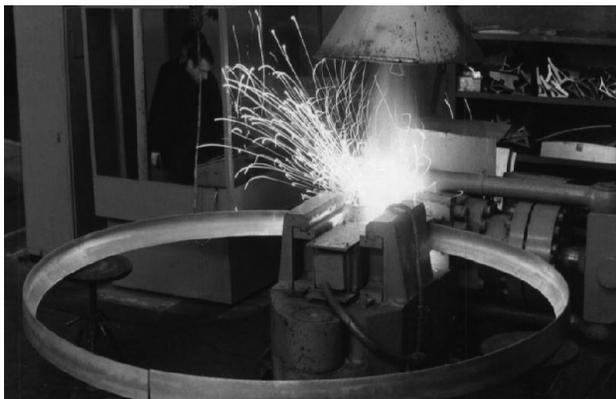


Рис. 7. «ЮМЗ», контактная сварка шпангоута

безопасности движения БЖРК стандартные рельсы были заменены на рельсы усиленного профиля из специальных высокопрочных сталей. В ИЭС была разработана соответствующая технология, по которой сварены десятки тысяч километров путей. При участии ИЭС для ракетных поездов были реконструированы и укреплены мосты.

Особенно эффективным оказалось применение многопозиционной контактной сварки крупногабаритных деталей одновременно в нескольких местах (корпуса двигателей, радиаторы мощных трансформаторов, различных заготовок, валов и пр.).

На основе контурных трансформаторов С. И. Кучуком-Яценко с группой сотрудников разработана оригинальная технология контактной сварки изделий сложной формы. Уникальные машины В. А. Сахарнова внедрены на Коломенском тепловозостроительном заводе для сварки блоков картеров мощных дизелей.

С конца 1960-х гг. на «ЮМЗ» эти машины начали применяться для сварки узлов большого сечения из высокопрочных сплавов на основе алюминия баллистических ракет носителей: шпангоутов из пресованных профилей из алюминиевого сплава и пустотелых профилей, площадью поперечного сечения до 6000 мм². Была обеспечена высокая прочность сварных соединений и высокая точность геометрических размеров, абсолютная герметичность. В течение короткого времени была создана серия стыкос-

варочных машин для сварки изделий ракетостроительной промышленности. Внедрена высокоэффективная технология и созданы уникальные машины для контактной сварки продольных швов цилиндрических и конических обечайек длиной сварного шва до 2000 мм. При этом время сварки составляет всего 180 сек.

Но эти успехи в создании инновационных технологий контактной сварки, поразившие ведущих специалистов мира, отделы ИЭС им. Е. О. Патона, возглавляемые В. К. Лебедевым, С. И. Кучуком-Яценко, В. А. Сахарновым, были достигнуты уже без Н. Г. Остапенко [9–12].

Н. Г. Остапенко успел приступить к организации в ИЭС им. Е. О. Патона работ по сварке взрывом и много сил отдал созданию новой лаборатории.

Литература:

1. Остапенко Н. Г. Электрические процессы при сварке под флюсом // Автоматическая сварка под флюсом.— К.; М.: Машгиз.— 1945.— С. 8–22.
2. Остапенко Н. Г. Об эластичности сварочной дуги, горящей под флюсом // Автоген. дело.— 1947.— № 12.— С. 5–8.
3. Остапенко Н. Г. Исследование зоны дуги, горящей под флюсом, с помощью рентгеновских лучей // Автоген. дело.— 1947.— № 11.— С. 16–20.
4. Остапенко Н. Г. Автоматическая приварка шпилек // Автоген. дело.— 1948.— № 6.— С. 12–15.
5. Остапенко Н. Г., Приходько П. М. О контактной приварке шпилек к экранам трубкам котлов // Автомат. св-ка.— 1954.— № 1.— С. 37–43.
6. Остапенко Н. Г. Автоматическая сварка угольной дугой, стабилизированной струей углекислого газа // Автоген. дело.— 1951.— № 5.— С. 18–22.
7. Остапенко Н. Г. О конструкции трансформаторов для контактной стыковой сварки деталей с большим сечением и развитым периметром // Автомат. св-ка.— 1952.— № 2.— С. 32–40.
8. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Электрооборудование для контактной сварки / М.: Маш-ние.— 1969.— 440 с.
9. Солодовников С. А., Кучук-Яценко С. И., Сахарнов В. А. и др. Оборудование для контактной сварки рельсов и его эксплуатация / К.: Наук. думка, 1974.— 183 с.
10. Кучук-Яценко С. И., Лебедев В. К. Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением / К.: Наук. думка, 1976.— 212 с.
11. Лебедев В. К., Кучук-Яценко С. И. Состояние и перспективы развития стыковой контактной сварки / Сб. «Сварка и специальная электрометаллургия».— К.: Наук. думка, 1984.— С. 80–97.
12. Кучук-Яценко С. И. Контактная стыковая сварка оплавлением.— К.: Наук. думка, 1992.— 236 с.

Все для сварки 2-2018

ТОРГОВЫЙ РЯД

Рекламно-информационное приложение к журналу «Сварщик»

ПРАЙС-ОБОЗРЕНИЕ

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 («Сепол»)	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, ВУ 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
Инвер. п/а MIG 188P, Ø 0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом для дуговой сварки) 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 инвер. 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 В», «MARKAL М-10», «MARKAL М», «MARKAL К», «MARKAL Н, НТ», 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 КМ-600ДВ, КМ-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 (З46), МР-3 (З46), АНО-21 (З46), УОНИ-13/55 (З50А), УОНИ 13/45 (З42А), повыш. кач.	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЦЛ-39 (З-09Х1МФ), ЦУ-5 (З-50А), ТМЛ-3У (З-09Х1МФ), ТМЛ-1У (З-09Х1М), ТМУ-21У (З50А)	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 (З-11Х15Н25М6АГ2), ЭА-400/10У (З-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 (ЗП-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»**

ЗМ Украина ООО..... т. (044) 490 57 77, ф. 490 57 75
 Амита 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 ГмХ ООО ПИИ ..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
 Витаполис ОООт./ф. (044) 401 64 06, м. (096) 003 03 03
 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 ОООт. (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
 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 ІЭС ім. 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
 Зкотехнологія 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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Николаев	ООО «Ной 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
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 26-43-33
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 14-09-08
	«Форт» Издательство	(0552) 26-36-49
Харьков	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
Херсон	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Черкассы	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	

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 плавящимся 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. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся 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».**

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	1776	1777	1778	1779
1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786

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 рекламного 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 № 3 — до 15.05)					
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					