

Патоновская марка



СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ **2** 2017
март-апрель

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ



/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



FLEXTRACK 45

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМНІ
РІШЕННЯ ВІД FRONIUS**



[facebook.com/FroniusUkraine](https://www.facebook.com/FroniusUkraine)



twitter.com/FroniusUkraine

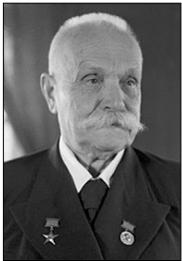
/ ТОВ «ФРОНІУС УКРАЇНА»

/ тел.: +38 044 277-21-41, факс: +38 044 277-21-44

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

Дніпропетровська філія: +38 056 372 51 93,

Стрийська філія: +38 032 457 76 01



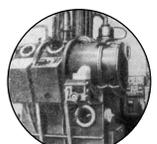
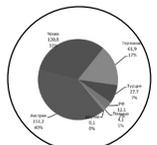
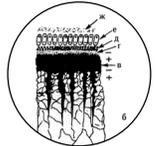
2(114) 2017

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	4
Технологии сварки трением	
Сварка металлов и сплавов трением. Общие закономерности образования соединения при сварке давлением. <i>Г.И. Лащенко</i>	6
Станок для сварки трением с перемешиванием «Странник». <i>П.А. Васильев, А.В. Евграфов, В.Н. Осанов, А.Н. Иванов, В.А. Белобородов</i>	11
Наши консультации	16
Технологии ремонтной сварки	
Особенности выполнения ремонтной сварки массивных конструкций тяжело нагруженного оборудования. <i>В.И. Панов</i>	19
Технологические особенности процессов автоматизированной дуговой сварки при ремонте крупногабаритных резервуаров. <i>В.М. Илюшенко, В.А. Поляков, В.А. Лысенко</i>	23
Экономика сварочного производства	
Украинский рынок сварочных электродов: состояние и тенденции развития. <i>А.А. Мазур, С.В. Пустовойт, Л.Б. Любовная, В.С. Петрук</i>	28
Стандартизация	
Подготовка сварочного производства как основа создания безопасных конкурентноспособных конструкций машиностроения. <i>Ю.К. Бондаренко, Ю.В. Логинова, К.О. Артюх</i>	38
Вклад ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс	
Аппараты для реализации новых технологий. К 100-летию со дня рождения В.Е. Патона. <i>А.Н. Корниенко</i>	42
У истоков сварки титана. К 100-летию С.М. Гуревича. <i>В.П. Прилуцкий, В.М. Илюшенко</i>	46
Страницы истории	
ИЭС им. Е.О. Патона – головной институт страны по сварке. <i>А.А. Мазур, В.И. Снежко</i>	49
Все для сварки. Торговый Ряд	54



Новини техніки та технологій	4
Технології зварювання тертям	
● Зварювання металів та сплавів тертям. Загальні закономірності утворення з'єднання при зварюванні тиском. <i>Г.І. Лашенко</i>	6
● Верстат для зварювання тертям із перемішуванням «Странник». <i>П.А. Васил'єв, А.В. Євграфов, В.Н. Осанов, А.Н. Іванов, В.А. Белобородов</i>	11
Наші консультації	16
Технології ремонтного зварювання	
● Особливості виконання ремонтного зварювання масивних конструкцій важко навантаженого обладнання. <i>В.І. Панов</i>	19
● Технологічні особливості процесів автоматизованого дугового зварювання при ремонті великогабаритних резервуарів. <i>В.М. Ілюшенко, [В.А. Поляков], В.А. Лисенко</i>	23
Економіка зварювального виробництва	
● Український ринок зварювальних електродів: стан та тенденції розвитку. <i>О.А. Мазур, С.В. Пустовойт, Л.Б. Любошна, В.С. Петрук</i>	28
Стандартизація	
● Підготовка зварювального виробництва як основа створення безпечних конкурентоздатних конструкцій машинобудування. <i>Ю.К. Бондаренко, Ю.В. Логінова, К.О. Артюх</i>	38
Внесок ІЄЗ ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес	
● Апарати для реалізації нових технологій. До 100-річчя з дня народження В.Є. Патона. <i>А.М. Корнієнко</i>	42
● У витоків зварювання титану. До 100-річчя С.М. Гуревича. <i>В.П. Прилуцький, В.М. Ілюшенко</i>	46
Сторінки історії	
● ІЄЗ ім. Є.О. Патона – головний інститут країни зі зварювання. <i>О.А. Мазур, В.І. Снежко</i>	49
Все для сварки. Торговий Ряд	54
CONTENT	
News of technique and technologies	4
Technologies of friction welding	
● Welding of metals and alloys by friction. General regularities of formation of the welded joint in pressure welding. <i>G.I. Lashenko</i>	6
● Machine for friction welding with stirring "Stranik". <i>P.A. Vasil'ev, A.V. Evgrafov, V.N. Osanov, A.N. Ivanov, V.A. Beloborodov</i>	11
Our consultations	16
Technologies of repair welding	
● Features of repair welding of massive structures heavily loaded equipment. <i>V.I. Panov</i>	19
● Technological features of the processes of automated arc welding in the repair of large storage tanks. <i>V.M. Ilyushenko, [V.A. Polyakov], V.A. Lysenko</i>	23
Economic of welding production	
● The Ukrainian market of welding electrodes: status and development trends. <i>A. A. Mazur, S.V. Pustovoyt, L.B. Lyubovnaya, V.S. Petruk</i>	28
Standardization	
● Preparation of welding production as the basis of safe competitive structures mechanical engineering. <i>Yu.K. Bondarenko, Yu.V. Loginova, K.O. Artyukh</i>	38
Contribution of the E.O. Paton EWI in the scientific and technical progress	
● Apparatus for the implementation of new technologies. On the 100-th anniversary of the birth of V.E. Paton. <i>A.N. Kornienko</i>	42
● At the source of the welding of titanium. On the 100-th anniversary of S.M. Gurevich. <i>V.P. Prilutskiy, V.M. Ilyushenko</i>	46
Page of history	
● The E.O. Paton EWI - leading Institute of the country for welding. <i>A.A. Mazur, V.I. Snezhko</i>	49
All for welding. Trading row	54

 Свидетельство о регистрации
 КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

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

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

Информационная поддержка:



Общество сварщиков Украины
Журнал «Автоматическая сварка»
Национальный технический университет Украины «КПИ»
Журнал издается при содействии UNIDO

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко, А. В. Вавилов, Ю. В. Демченко, В. М. Ілюшенко, Г. І. Лашенко, О. Г. Левченко, В. М. Литвинов, Л. М. Лобанов, А. А. Мазур, В. І. Панов, П. П. Проценко, С. В. Пустовойт, І. А. Рязцев, А. А. Сливинский

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

Редакторы Р. С. Сухомуд
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 07.04.2017. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Гарнитура PetersburgС. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.
Зак. № 636 от 06.04.2017. 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-2017
на журнал «Сварщик»
в каталоге «Укрпочта»
Подписной индекс
22405

**Сварка металлов и сплавов трением.
Общие закономерности образования соединения при сварке давлением.**

Г. И. Лащенко

Описаны общие закономерности образования соединений при сварке давлением – в результате деформационного воздействия на металл в зоне контакта. Известно, что процесс образования сварных соединений при всех способах сварки давлением состоит из трех стадий. На первой стадии благодаря пластической деформации образуется физический контакт между соединяемыми поверхностями, а на второй и третьей стадиях происходит их активация и объемное взаимодействие. Различие между отдельными способами сварки давлением заключается в кинетике протекания процесса образования соединений, зависящей преимущественно от способа введения тепла и интенсивности деформации.

Станок для сварки трением с перемешиванием «Странник».

П. А. Васильев, А. В. Евграфов, В. Н. Осанов, А. Н. Иванов, В. А. Белобородов

Спроектирована и изготовлена малобюджетная установка – станок сварки трением с перемешиванием (СТП) «Странник» – для проведения опытных работ и поиска оптимальных технологических параметров процесса СТП различных комбинаций сварных соединений. Станок предназначен для СТП плоских образцов листового проката алюминиевых сплавов, толщиной 2–10 мм при различных значениях физических параметров и углах наклона инструмента. Сварка производится в продольном и поперечном направлениях относительно сварочного стола. Приведены технические характеристики и схема станка «Странник». Описаны элементы и конструкция станка, принцип его работы.

Особенности выполнения ремонтной сварки массивных конструкций тяжело нагруженного оборудования.

В. И. Панов

Обобщены причины возникновения дефектов металла базовых деталей уникального крупногабаритного тяжело нагруженного оборудования на всех этапах их жизненного цикла. Установление причинно-следственных связей деградации металла большой толщины позволяет в каждом конкретном случае разрабатывать рациональную технологию ремонтной сварки.

Технологические особенности процессов автоматизированной дуговой сварки при ремонте крупногабаритных резервуаров.

В. М. Илюшенко, В. А. Поляков, В. А. Лысенко

Проведен сравнительный анализ процессов автоматизированной дуговой сварки в защитных газах, самозащитной порошковой проволокой и под флюсом для ремонта металлоконструкций крупногабаритных резервуаров. Рассмотрены технологические особенности сварки разных типов швов, а также принципы разработки специализированных монтажных аппаратов. Описаны преимущества технологии автоматизированной дуговой сварки, которая будет иметь широкое применение, а также опыт и перспективы использования новых разработок.

Украинский рынок сварочных электродов: состояние и тенденции развития.

А. А. Мазур, С. В. Пустовойт, Л. Б. Любовная, В. С. Петрук

Представлены – экономико-статистическая информация о состоянии и развитии рынка сварочных электродов в Украине, показатели объемов их производства и экспортно-импортных операций. Установлено, что имеющиеся мощности украинских предприятий-производителей позволяют удовлетворить спрос предприятий по группе товаров сварочные электроды на внутреннем рынке, а также поставлять продукцию на внешний рынок. Показано, что национальный рынок сварочных электродов динамично развивается.

**Зварювання металів та сплавів тертям.
Загальні закономірності утворення з'єднання при зварюванні тиском.**

Г. І. Лащенко

Описано загальні закономірності утворення з'єднання при зварюванні тиском – в результаті деформаційної дії на метал в зоні контакту. Відомо, що процес утворення зварних з'єднань при всіх способах зварювання тиском складається із трьох стадій. На першій стадії завдяки пластичній деформації утворюється фізичний контакт між поверхнями, що з'єднуються, а на другій та третій стадіях відбувається їх активація та об'ємна взаємодія. Відмінності між окремими способами зварювання тиском полягають в кінетиці протікання процесу утворення з'єднань, яка залежить переважно від способу введення тепла та інтенсивності деформації.

Верстат для зварювання тертям із перемішуванням «Странник».

П. А. Васильев, А. В. Евграфов, В. Н. Осанов, А. Н. Иванов, В. А. Белобородов

Спроектовано та виготовлено малобюджетну установку – верстат зварювання тертям із перемішуванням (ЗТП) «Странник» – для проведення дослідних робіт та пошуку оптимальних технологічних параметрів процесу ЗТП різних комбінацій зварних з'єднань. Верстат призначений для ЗТП плоских зразків листового прокату алюмінієвих сплавів, товщиною 2–10 мм при різних значеннях фізичних параметрів та кутах нахилу інструменту. Зварювання проводиться у подовжньому та поперечному напрямках відносно зварювального стола. Приведено технічні характеристики та схема верстата «Странник». Описано елементи та конструкцію верстату, принцип його роботи.

Особливості виконання ремонтного зварювання масивних конструкцій важко навантаженого обладнання.

В. І. Панов

Узагальнено причини виникнення дефектів металу базових деталей унікального великогабаритного важко навантаженого обладнання на всіх етапах їх життєвого циклу. Встановлено причинно-наслідкового зв'язку деградації металу великої товщини дозволяє у кожному конкретному випадку розробляти раціональну технологію ремонтного зварювання.

Технологічні особливості процесів автоматизованого дугового зварювання при ремонті великогабаритних резервуарів.

В. М. Ілюшенко, В. А. Поляков, В. А. Лисенко

Проведено порівняльний аналіз процесів автоматизованого дугового зварювання в захисних газах, самозащитним порошковим дротом та під флюсом для ремонту металлоконструкцій великогабаритних резервуарів. Розглянуто технологічні особливості зварювання різних типів швів, а також принципи розробки спеціалізованих монтажних апаратів. Описано переваги технології автоматизованого дугового зварювання, що матиме широке застосування, а також досвід та перспективи використання нових розробок.

Український ринок зварювальних електродів: стан та тенденції розвитку.

О. А. Мазур, С. В. Пустовойт, Л. Б. Любовна, В. С. Петрук

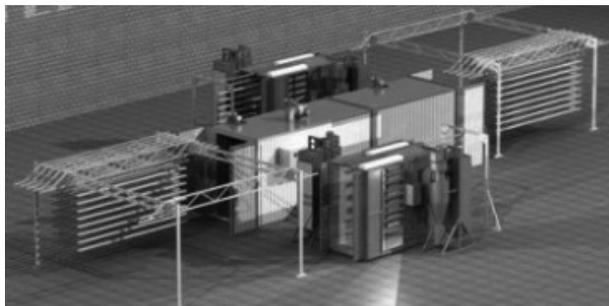
Представлено – економіко-статистичну інформацію про стан та розвиток ринку зварювальних електродів в Україні, показники об'ємів їх виробництва та експортно-імпорتنних операцій. Встановлено, що наявні потужності українських підприємств-виробників дозволяють задовольнити попит підприємств за групами товарів зварювальні електроди на внутрішньому ринку, а також постачати продукцію на зовнішній ринок. Показано, що національний ринок зварювальних електродів динамічно розвивається.

ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона вводит в эксплуатацию линию порошковой окраски

В начале 2017 г. ОЗСО закупил высокотехнологичное оборудование марки TRUMPF и ввел в эксплуатацию участок по производству корпусов для сварочных аппаратов, а в марте — линию порошковой окраски.

Линия предназначена для нанесения порошковых красок методом электростатического напыления в промышленных условиях на различные изделия из металла. Линия порошковой окраски состоит из печи полимеризации, камер для нанесения краски, транспортных систем, колонных фильтров, осушителя воздуха, а также специальной установки с баком для нанесения краски.

Линия удобна в эксплуатации благодаря функциям контроля подачи краски и воздуха, а также отвечает важнейшим требованиям: функциональность и надежность, длительный срок эксплуата-



ции, простота в управлении и техническом обслуживании, соответствие международным нормам безопасности, минимальное занимаемое пространство, высокая производительность и оптимальное соотношение цена-качество.

www.paton.ua

● #1655

Международное сотрудничество ПАО «Сумское НПО»

ПАО «Сумское НПО» посетила делегация из числа топ-менеджеров немецкого концерна Rheinmetall International Engineering GmbH и австрийской компании Christof Industries. Прибыли гости, чтобы наработать варианты дальнейшего взаимовыгодного сотрудничества с сумскими машиностроителями.

Руководитель делегации — главный управляющий директор Rheinmetall International Engineering GmbH Урс Фольрат в прошлом году уже побывал в СНПО и тогда не скрывал удовлетворения производственным потенциалом завода. В этот раз он посетил предприятие вместе со своими партнерами из компании Christof Industries: исполнительным директором по развитию бизнеса Маркусом Граном и управляющим директором подразделения Ferro Technik GmbH Торальфом Кикутом.

Для гостей заводчане провели экскурсию, показав цех № 2, специализирующийся на выпуске компрессорной техники, блок испытательных стендов и выставочный центр, где собраны различные образцы продукции, создаваемые сумскими машиностроителями.

Как отмечает начальник бюро управления по внешнеэкономической деятельности Александр Татаринцов, знакомство с мощностями СНПО произвело приятное впечатление на делегацию. «Гости активно интересовались технологическими процессами, изучали уже готовое оборудование и то, что находится на стадии производства. Они высоко оценили нашу компетентность в области прове-



дения испытаний, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации», — рассказывает Александр Владимирович.

Результатом встречи явилась договоренность об объединении усилий в вопросе реализации заказов. Прежде всего, представители Rheinmetall International Engineering GmbH и Christof Industries озвучили свои намерения вместе с СНПО прокладывать дальнейший путь на Ближний Восток.

«Мы пожали руки по поводу совместного участия в проектах, планируемых в ряде ближневосточных стран. Партнеры из Германии и Австрии считают сумских машиностроителей серьезными игроками на рынке, поэтому намерены привлекать нас к выполнению своих будущих контрактов, что, конечно же, открывает перед предприятием новые перспективы», — объясняет генеральный директор ПАО «Сумское НПО» Алексей Цымбал.

www.frunze.com.ua

● #1656

Новинка от компании EWN – сварочный аппарат Taurus 400 Basic + Drive 4L Basic

Аппарат Taurus 400 Basic для MIG/MAG сварки с отдельным механизмом подачи проволоки Taurus Drive 4L Basic:

- простое управление и выбор заданий для сварки постоянным напряжением/током (MAG/MMA);
- сварка проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой;
- предварительно настроенные параметры для сварки газовой смесью или 100% CO₂ – одним нажатием кнопки;
- в базовой комплектации доступны режимы сварки стержневыми электродами и строжки;
- стержневые электроды Ø до 6 мм;
- плавная регулировка динамики сварочной дуги (дресселирование);
- настройка горячего старта (Hotstart) и Arcforce;
- большой резерв мощности, достигаемый за счет высокой продолжительности включения, позволяет уменьшить тепловую нагрузку и увеличить срок службы аппарата;
- надежная конструкция, ударопрочный корпус пригоден для работы на стройплощадке;
- проверенная защита от брызг (IP 34s);
- экономия электроэнергии благодаря высокому КПД и функции энергосбережения;



- большие допуски колебаний сетевого напряжения обеспечивают полную пригодность для работы от генератора;
- идеально подходит для использования с длинными шланг-пакетами;
- подключение к сети питания 3x400 В/16

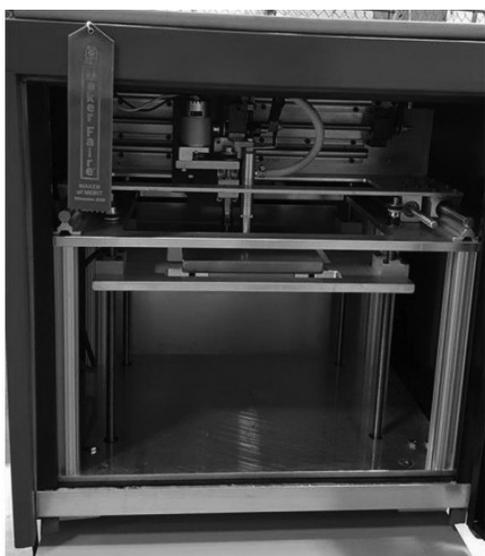
Отличительные характеристики Taurus Drive 4L Basic: исполнение корпуса – алюминий, подходит для катушек диаметром 200–300 мм; небольшой вес, компактная конструкция; 4-х-роликовый привод, оснащение для стальной проволоки 1,0–1,2 мм; размеры (ДхШхВ): 690 x 300 x 410 мм, масса: – 15,1 кг

www.soedinenie.pro

● #1657

Ability 3D-принтер по металлу

Выставка Consumer Electronics Show (CES) прошла в Лас Вегасе, штат Невада, с 5 по 8 января 2017 г. На выставке производители представили технологические новинки – потенциальные бестселлеры ближайшего будущего, в т. ч. и 3D-печать.



Знакомство с посвященной 3D-технологиям площадкой на CES – отличный способ узнать о перспективных новинках в этой сфере. Среди экспонентов было много компаний, которые показали свои разработки в печати трехмерных объектов.

Ability 3D обещает любителям доступный 3D-принтер по металлу.

Это не совсем обычный 3D-принтер. В стремлении сделать 3D-печать металлом доступнее, в своем устройстве Ability совместили сварочный аппарат и ЧПУ-фрезер. Каждый слой, в процессе печати, сначала наплавляется сваркой, а потом обрабатывается фрезой.

В марте 2017 г. стартовала кампания на Kick Starter, цель которой – сбор средств на запуск серийного производства ABILITY 3D-888, а в феврале Ability представила напечатанный их принтером цилиндр ДВС, который должен корректно работать в двигателе, без серьезной послепечатной доработки. Цену на свой принтер, в серийном выпуске, Ability видит где-то в районе \$3 000.

www.hi-news.ru

● #1658

Сварка металлов и сплавов трением. Общие закономерности образования соединения при сварке давлением*

Г. И. Лашенко, канд. техн. наук, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ (Киев)

Сварка трением относится к группе способов сварки давлением, в которую также входят: холодная сварка, контактная стыковая сварка сопротивлением и оплавлением, диффузионно-вакуумная сварка, сварка взрывом и др. Хотя вводимая энергия и технологические параметры этих способов могут существенно отличаться, тем не менее, существуют некие общие закономерности образования сварных соединений.

Сварка независимо от применяемого способа представляет собой технологическую операцию, в результате которой реализуется атомарная связь на контактных поверхностях двух свариваемых заготовок. Монолитность сварных соединений достигается обеспечением физико-химических и атомно-молекулярных связей между элементарными частицами соединяемых тел [5].

Для качественного соединения изделий необходимо обеспечить контакт по большей части стыкуемых поверхностей и активацию их.

Активация поверхностей состоит в том, что поверхностным атомам твердого тела сообщается некоторая энергия, которая расходуется в двух направлениях.

Первое — для обрыва связей между атомами тела и атомами внешней среды, насыщающими их свободные связи.

Второе — для повышения энергии поверхностных атомов до уровня энергетического схватывания, т.е. для перевода их в активное состояние.

При сварке плавлением сближение атомов твердых тел осуществляется за счет смачивания поверхностей жидким расплавом, а активация поверхности твердого материала — путем сообщения ее частицам тепловой энергии. Вводимая тепловая энергия должна обеспечивать расплавление основного и присадочного материалов, оплавление стыка, нагрев кромок и т.д.

Сварку плавлением производят без приложения осадочного давления путем спонтанного слияния объемов жидкого металла. Она обычно не требует тщательной подготовки и зачистки соединяемых поверхностей стальных, медных заготовок, но

в случае сварки сплавов на основе алюминия, магния и других активных металлов специальная подготовка необходима.

При сварке в твердом состоянии сближение атомов и активация (очистка) поверхностей достигаются за счет совместной упруго-пластической деформации материалов в контакте, зачастую одновременно с дополнительным нагревом.

Следует подчеркнуть, что энергия активации сообщается заготовкам в неравновесном и, следовательно, в необратимом процессе [6]. Значительная часть этой энергии сохраняется в свариваемом изделии, снижая его прочностные свойства и др. служебные характеристики. Поэтому неравновесная активация сварочных операций несовершенна не только тем, что требует существенных затрат энергии, но и тем, что ухудшается качество изделий.

С этих позиций технически более рациональными являются способы сварки, ведущие к снижению энергии активации (диффузионная, холодная и др.). Однако необходимость увеличения производительности сварки и сокращения издержек делают в ряде случаев предпочтительными способы сварки при высоких значениях энергии активации процесса (дуговая, электрошлаковая, контактная оплавлением и др.).

При сварке трением возбуждение тепловых колебаний происходит путем затраты механической энергии с одновременным приложением давления, что позволяет оптимизировать величину энергии активации.

Необходимо отметить, что в контактах двух металлических поверхностей действие межатомных сил притяжения начинается на расстоянии $(4-5) \cdot 10^{-8}$ см. В то же время техническая поверхность металла всегда имеет неровности и, как правило, покрыта пленками окислов и других загрязнений, что является существенным препятствием для необходимого сближения свариваемых поверхностей и развития процесса схватывания.

Идеально чистая (ювенильная) металлическая поверхность, свободная от оксидных пленок и адсорбированных слоев жидкостных и газовых молекул может быть создана в глубоком вакууме. В этом случае над металлической поверхностью существует облако непрерывно движущихся сво-

* Продолжение публикации серии статей «Сварка металлов и сплавов трением». Начало в № 1–2017

бодных электронов, покидающих металл и снова возвращающихся в него. Благодаря этому процессу поверхность металла покрывается двойным электрическим слоем: минус — облако электронов и плюс — «дырки» верхних слоев металла (за счет покинувших атомы металла свободных электронов). Плотность электрического заряда двойного электрического слоя непостоянна по всей поверхности и зависит от ее микрогеометрии. Наибольший потенциал концентрируется на остриях микровыступов.

Идеально чистая металлическая поверхность существует также на протяжении долей секунды в изломе металла или в первые мгновения после его механической обработки. На воздухе все микровыступы и впадины металлической поверхности мгновенно покрываются оксидными пленками, а также слоями адсорбированных молекул воды, газов и жировых веществ (рис. 8) [7]. Толщина и последовательность расположения наслоений может быть различной в зависимости от состава внешней среды. Однако первым слоем на чистом металле обычно является оксидная пленка (рис. 8, слой в).

Состав и толщина оксидной пленки зависит от рода металла или сплава, их состава, давления, температуры газовой фазы и продолжительности взаимодействия с ней металла.

Оксидный слой, непосредственно прилегающий к металлу, представляет собой весьма рыхлое покрытие, структурно подстраивающееся под кристаллическую решетку металла. По мере роста оксидного слоя упорядочивается его кристаллическое строение и уменьшается скорость его образования, поскольку сам оксидный слой служит преградой для движения металлических катионов и кислородных молекул навстречу друг другу.

Оксидный слой сохраняет на границе с металлом отрицательный потенциал против положительного потенциала самого металла. Наружный слой оксидного покрытия становится электроположительным; он адсорбирует на себя электроотрицательный слой кислорода, который уже не находит химических связей ввиду отсутствия свободных катионов металла. Таким образом, окисленный металл (рис. 8) покрывается двумя двойными электрическими слоями; такова его типовая электрическая структура.

Поскольку оксидная пленка является полупроводником, то в зависимости от вида металла она может иметь избыток его атомов против стехиометрического состава (полупроводник n-типа) или его недостаток (полупроводник p-типа) [8]. В первом случае избыток металла возникает за счет лишних катионов, располагающихся в междоузлиях кристаллической решетки окисла, или за счет недостатка анионов кислорода, образующих вакансии в решетке окисла.

К полупроводникам n-типа относятся: TiO_2 , ZrO_2 , V_2O_5 , Nb_2O_5 , WO_3 , MnO_2 , Fe_2O_3 , SiO_2 , SnO_2 , PbO_2 и др.

В полупроводниках p-типа образуются вакансии за счет металлических ионов. К полупроводникам p-типа относятся: Cr_2O_3 (при $T < 1250^\circ C$), FeO , NiO , CoO , Cu_2O , Al_2O и др. Имеются окислы (например, Cr_2O_3 при $T > 1250^\circ C$), которые могут существовать как с избытком, так и с недостатком катионов металла.

В окислах n-типа скорость окисления контролируется диффузией через пленку катионов металла или иногда (в Fe_2O_3) диффузией анионов кислорода от границы окисел — газ.

Наращивание пленки в окислах p-типа также связано с диффузией катионов металла к поверхности раздела окисел — газ, но она идет по вакансиям, генерируемым у этой поверхности при связывании ионов металла и кислорода.

Кроме оксидных пленок, металлические поверхности всегда покрыты жировыми газовыми

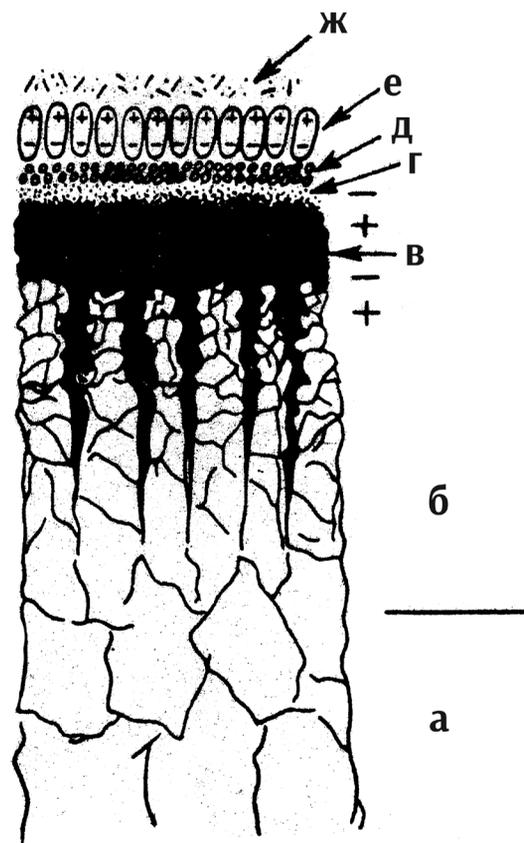


Рис. 8. Схема состояния поверхности металла на воздухе: а — глубокий слой металла, не затронутый пластическими деформациями; б — поверхностный слой полностью разориентированных кристаллитов с прослойками окислов; в — оксидный слой, характерные полярности внутренних и внешних границ, верхних слоев металла показаны знаками «+» и «-»; г — адсорбированный слой кислородных анионов и нейтральных молекул воздуха; д — слой водяных молекул; е — слой жировых молекул; ж — ионизированные пылевые частицы

молекулами и парами воды (рис. 8, слои д, е). Толщина таких покрытий различна. Например, пленка паров воды составляет 50–100 молекул. Жировые слои имеют еще большие толщины. После промывки замасленного металла бензином слой органических молекул составляет 1–5 мкм и даже при особо тщательной обработке растворителями сохраняется жировая пленка толщиной 10–100 молекул. Полностью удалить масляные покрытия с металла практически невозможно никакими растворителями, поскольку адсорбционная связь жировых молекул и металла представляет собой связь электрическую. В этом случае полярные жировые молекулы образуют с металлом двойной электрический слой, что и обеспечивает весьма прочную связь металла и пленки одномолекулярной толщины.

Жировая молекула обладает еще и свойством глубоко проникать во все микротрещины на поверхности металла. При этом одномолекулярные жировые слои внутри щелей оказывают сильное расклинивающее давление. Например, в вершинах щелей шириной порядка 10^{-5} мм распорное давление жировых молекул может достигать величин, близких к пределу текучести.

Величина и характер неровностей на поверхности металлического тела определяются, прежде всего, условиями его формообразования и последующей обработки.

Как правило, давлением сваривают детали, сопрягаемые поверхности которых получены обработкой резанием или давлением (обычно горячей или холодной прокаткой), иногда сопровождаемой термической обработкой.

Механическая обработка ведет к образованию на поверхности чередующихся выступов и впадин, высота и шаг которых зависят от способа и режима обработки. Шероховатость обработанной поверхности характеризуется классом ее чистоты (табл. 1) [8].

Таблица 1. Высота неровностей при различных способах обработки

Способ обработки	Максимальная высота неровностей, мкм
Черновая обработка резцом	80
Чистовая обработка резцом	10
Грубое шлифование	6,3
Полирование	0,4
Особо чистое полирование	0,05

Даже на хорошо отполированном кристаллическом теле неровности достигают по высоте 200 атомных слоев, а при чистовой обработке резцом —

40 000 слоев. Шаг канавок, оставляемых резцом, определяется величиной его подачи и геометрическими связями с допустимой высотой поверхностей. При чистовой обработке резцом этот шаг обычно составляет 150–320 мкм. При царапании поверхности возможны значительно более глубокие неровности.

Геометрия поверхности катаных материалов существенно зависит от чистоты поверхности прокатных валков. Обычно поверхность холоднокатаных листов имеет максимальные неровности высотой до 6–10 мкм.

При нагреве кристаллического тела возможно как сглаживание имеющихся на нем неровностей, так и образование новых. Движущей силой в этом процессе является поверхностное натяжение, стремящееся придать телу форму с минимумом свободной энергии поверхности.

Поверхность, полученная при первичной кристаллизации, а тем более после механической обработки или прокатки, как правило, имеет неровности, устранение которых ведет к уменьшению свободной энергии. Поэтому при нагреве помимо небольших искажений поверхности происходит ее сглаживание, сопровождаемое уменьшением свободной энергии системы, как за счет уменьшения самой поверхности, так и в результате некоторого снижения удельной поверхностной энергии. Эти процессы сопровождаются переносом массы и требуют определенной энергии активации. Их скорость быстро растет с повышением температуры.

После механической обработки металлической поверхности (токарная, фрезерная, шлифованная и др.) в атмосфере сухого воздуха на металле образуется оксидная пленка (через определенный промежуток времени), приблизительная толщина которой приведена в табл. 2.

Таблица 2. Толщина оксидной пленки на различных металлах

Наименование металла	Толщина пленки, мм	Промежуток времени, с
Медь	$3 \cdot 10^{-7}$	30
Алюминий	$12 \cdot 10^{-8}$	15
Железо	$2 \cdot 10^{-7}$	40
Молибден	$(2-3) \cdot 10^{-7}$	40
Германий	$(2-3) \cdot 10^{-7}$	80

Толщину оксидных пленок визуально определить невозможно. Однако установлено, что толщина невидимых, т.е. вполне прозрачных пленок на механически обработанных поверхностях не превышает $3 \cdot 10^{-6}$ см. Цвета побежалости на стальных деталях составляют слой толщиной $(4-50) \cdot 10^{-6}$ см,

а вполне заметная окалина измеряется толщиной уже более $5 \cdot 10^{-5}$ см.

Выше отмечалось, что при условии сближения двух металлических поверхностей на достаточно малое расстояние, между их поверхностью активными атомами могут возникнуть силы взаимодействия, аналогичные тем силам, которые существуют между атомами (ионами) внутри тел. Если же число таких элементарных взаимодействий (активных центров) на поверхности сближенных тел достаточно велико, то может произойти схватывание поверхностей.

Однако принципиальная возможность схватывания тех или иных металлов еще не означает, что всегда можно получить на их основе работоспособное сварное соединение. Из-за недостаточной технологической прочности, связанной с большими остаточными напряжениями, хрупкостью и другими причинами, соединение, полученное в результате схватывания, после изменения внешних условий (остывания, снятия давления) может разрушиться. Поэтому разграничивают два понятия – схватывание как процесс образования связи между твердыми телами, т.е. первичный акт сварки, и сварку как процесс получения прочного работоспособного соединения.

Образование активных центров в процессе схватывания обусловлено разрывом хотя бы части связей поверхностных атомов с их соседями, нарушающим стабильные электронные конфигурации этих атомов.

Разрушение связей возможно:

- механически – при удалении с поверхности части самого металла (обнажение так называемых ювенильных поверхностей) или химически связанного с ним инородного вещества (например, окислов), а также при движении дислокаций, сопровождающем пластическую деформацию;
- термически – при нагреве, сопровождаемом заметной диффузией и самодиффузией, движением вакансий и другими процессами, изменяющими положение атомов в кристаллической решетке;
- бомбардировкой поверхности ионами или быстро движущимися частицами с достаточно высокой энергией.

Как отмечалось выше, реальная металлическая поверхность всегда покрыта связанными с нею окислами, а также пленками химически нейтральных газов, жиров и др. веществ. Поэтому первым необходимым условием образования прочного соединения между металлическими заготовками является обязательное удаление с их поверхностей оксидных и адсорбированных пленок.

Поскольку поверхность любого, даже тщательно отполированного металлического тела никогда не бывает ровной (она всегда волниста, шероховата, покрыта множеством микровыступов), то вто-

рым обязательным условием для получения прочных, работоспособных соединений между реальными поверхностями в твердой фазе является необходимость обеспечения значительной пластической деформации поверхностных слоев металла.

Для всех существующих способов сварки давлением природа образования соединения одинакова. Такое соединение образуется в результате деформационного воздействия на металл в зоне контакта.

Указанное деформационное воздействие осуществляется за счет внешней нагрузки P , которая ориентировочно равна (Сварщик № 1–2017 – [1]):

$$P \approx 3G_T \cdot S_H,$$

где G_T – предел текучести материала,
 S_H – номинальная площадь контакта.

В некоторых способах сварки (кузнечная, диффузионная, трением и др.) условия деформирования значительно облегчаются, а необходимое внешнее усилие P снижается путем искусственного увеличения пластичности (снижение предела текучести) металла в результате его нагрева (термодеформационное воздействие).

Совместное влияние температуры и величины деформационного усилия на прочность образующегося соединения (по Эссеру) показано на рис. 9. При неизменной температуре (постоянном пределе текучести) прочность сварного соединения возрастает по мере увеличения внешнего (сварочного) давления, а при неизменном внешнем давлении прочность возрастает с увеличением температуры (уменьшением предела текучести материала).

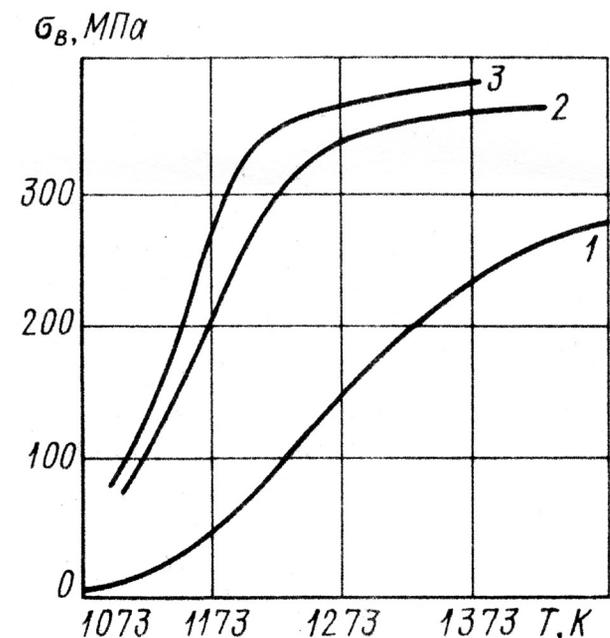


Рис. 9. Зависимость прочности на растяжение сварного соединения от температуры и давления при сварке: 1 – $p = 10$ МПа; 2 – $p = 20$ МПа; 3 – $p = 35$ МПа

Различие между отдельными способами сварки давлением заключается в кинетике протекания процесса образования соединения, которая зависит от способа введения тепла в свариваемые детали и определяется характером и интенсивностью деформации и особенностями развития релаксационных процессов в приконтактной зоне.

Практика показывает, что чем выше степень локализации пластической деформации в зоне соединения, тем лучше обеспечивается сохранение в соединении механических и специальных свойств исходных материалов и тем легче осуществляется соединение в твердой фазе хрупких материалов с резко отличными физико-механическими свойствами.

Специалисты рассматривают процесс образования сварных соединений в твердой фазе (при любых способах сварки давлением) как состоящий из трех стадий [8]:

- первая стадия — образование физического контакта благодаря пластической деформации обоих (при соединении одноименных или близких по своим тепло-физическим свойствам материалов) или одного, более пластичного, свариваемого материала;
- вторая стадия — активация контактных поверхностей (образование на них активных центров);
- третья стадия — объемное взаимодействие.

Главный вывод при этом состоит в том, что при всех способах сварки давлением пластическая деформация является основным процессом, опреде-

ляющим развитие первых двух стадий образования соединения. В третьей стадии течение процесса релаксации определяется, главным образом, температурой в зоне контакта, но пластическая деформация, накопленная в первых двух стадиях, и ее скорость могут и здесь оказать существенное влияние на кинетику процесса. При этом следует различать деформацию в микромасштабах (или микродеформацию), имеющую место в первой стадии процесса сварки, ответственную за возникновение единичных металлических связей между парами деформируемых микровыступов на соединяемых поверхностях, и макродеформацию — объемную деформацию приповерхностных зон металла, протекающую преимущественно во второй и частично в третьей стадиях процесса сварки давлением, ответственную за слияние дискретных очагов взаимодействия и образование прочного сварного соединения.

Литература

5. Теоретические основы сварки / Под ред. В. В. Фролова. — М.: Высш. школа, 1970. — 592 с.
6. Прохоров Н. Н. Физические процессы в металлах при сварке. Т. 1. Элементы физики металлов и процесс кристаллизации. — М.: Металлургия, 1968. — 695 с.
7. Кочергин К. А. Сварка давлением — Л.: Машиностроение, 1972. — 216 с.
8. Гельман А. С. Основы сварки давлением — М.: Машиностроение, 1970. — 312 с.

● #1659

Техническая литература

Тел.: +38 (044) 200-80-14, 200-80-18

Г. И. Лащенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с.

Рассмотрены структурные схемы способов дуговой сварки сталей плавящимся электродом (ДСПЭ) и общие вопросы свариваемости сталей. Изложены современные представления об энергетической эффективности процесса, формировании швов, производительности и экологических показателях ДСПЭ. Приведены современные способы сварки с применением различных защитных сред, позволяющие регулировать тепловложение в свариваемое изделие, улучшающие формирование металла шва и повышающие производительность сварки. Приведены сведения о гибридных и комбинированных способах дуговой сварки плавящимся электродом.



З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с.

Детально описаны все стадии технологического процесса производства металлических покрытых электродов для ручной дуговой сварки, применяемые материалы и оборудование. Даны теоретические основы процессов, протекающих как при изготовлении, так и при применении электродов. Особое внимание уделено вопросам обеспечения качества продукции.

Для инженерно-технического персонала, сварщиков и рабочих электродных производств.

С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 360 с.

Рассмотрены физико-металлургические процессы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Даны характеристики и классификация электродов, представлена номенклатура промышленных марок, источники питания и другое оборудование. Изложены рекомендуемые технологии сварки сталей, чугуна и цветных металлов и их особенности. Рассмотрены дефекты сварных соединений и причины их образования, а также вопросы ремонтной сварки.



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

Станок для сварки трением с перемешиванием «Странник»

П. А. Васильев, А. В. Евграфов, В. Н. Осанов, Чувашский государственный университет (Чебоксары), А. Н. Иванов, В. А. Белобородов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск)

Сварка трением с перемешиванием в настоящее время достаточно хорошо изучена и широко применяется в производстве крупногабаритных изделий, в частности в транспортном машиностроении. Соответствующее технологическое оборудование характеризуется большой сложностью, материалоемкостью и высокой стоимостью. Поскольку количество его производителей ограничено, это сказывается также на стоимости и сроках изготовления. В РФ процесс сварки трением с перемешиванием успешно применяется в ЗАО «Чебоксарское предприятие «Сеспель» при изготовлении автомобильных полуприцепов-цистерн из алюминиевых сплавов благодаря установке FSW SuperStir™ Plant производства компании ESAB.

Известно, что основными технологическими параметрами процесса сварки трением с перемешиванием (СТП) являются: усилие F , частота вращения инструмента n и скорость сварки V . Параметры F и n задают величину выделяемой тепловой энергии Q , параметр V является вторичным и является функцией Q и характеристик обрабатываемого соединения: толщины материала, его теплопроводности и теплопередачи на оснастку. При возрастании в определенных пределах Q линейно растет V . В результате можно получить сварной шов с физическими свойствами, неотличимыми от свойств самого металла (например, для деформируемых алюминиевых сплавов). Набор параметров F , n и V является строго индивидуальным для каждого вида сплава и толщины соединяемых деталей и определяется опытным путем.

С целью проведения опытных работ для поиска оптимальных технологических параметров процесса СТП различных комбинаций сварных соединений, а также для исследования микроструктуры сварного шва и возможных дефектов сварки была спроектирована и изготовлена малобюджетная установка – станок сварки трением с перемешиванием «Странник».

Станок предназначен для СТП плоских образцов листового проката алюминиевых сплавов, толщиной от 2 до 10 мм при различных значениях основных физических параметров F , n и V и углах наклона инструмента с регистрацией данных параметров в памяти управляющего компьютера. Свар-

ка может производиться как в продольном относительно сварочного стола, так и в поперечном направлениях. Технические характеристики станка «Странник» приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики станка СТП «Странник»

Характеристика	Величина
Диапазон толщин свариваемых встык плоских образцов сплава типа АМг5, мм	2–10
Максимальная длина сварного шва по оси X, мм	1000
Рабочий ход инструмента по оси Y, мм	500
Рабочий ход инструмента по оси Z, мм	200
Рабочий ход сварочного стола в вертикальном направлении, мм	200
Максимальные размеры рабочего пространства стола, мм	1000 x 500
Скорость сварки, мм/мин	100–1000
Частота вращения инструмента, об/мин	100–1000
Усилие на инструменте, кгс	300–4500
Угол наклона инструмента, град.	0–3
Мощность электродвигателя привода шпинделя, кВт	15
Максимальная потребляемая мощность, кВт	25
Габаритные размеры (ширина x высота x глубина), мм	2000 x 2200 x 1200
Масса, кг	2600

Общий вид станка показан на рис. 1, его конструкция представлена на рис. 2. Основными силовыми элементами являются стойки 1, выполненные из прямоугольной трубы 120x80x6 мм с наваренными пластинами, обеспечивающими дополнительную жесткость конструкции, а также выполняющими роль опорной поверхности для установки рельсовых направляющих. В поперечном направлении стойки соединяются с помощью нижней 2 и верхней 3 платформ. Подвижная платформа 4 несет на себе сварочный стол 5 с рельсовыми направляющими 6. Передвижение стола в вертикальном направлении по оси Z происходит по рельсовым направляющим 7 SBI45-HL-N-ZZ-3-K1–1800-N ком-

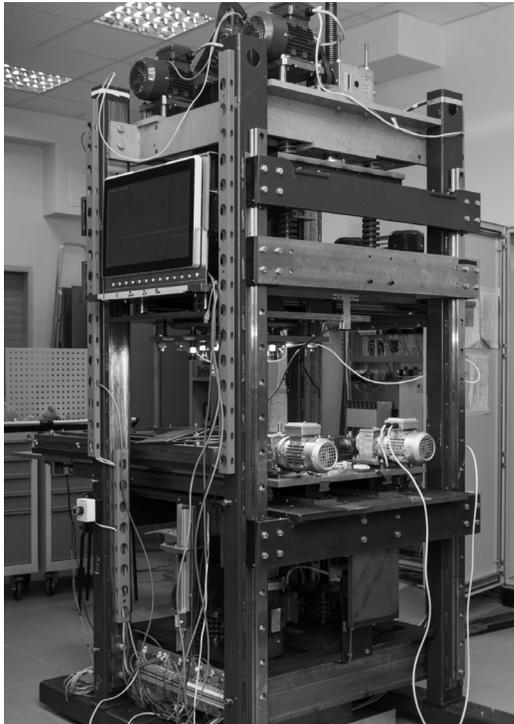


Рис. 1. Общий вид установки фрикционной сварки «Странник»

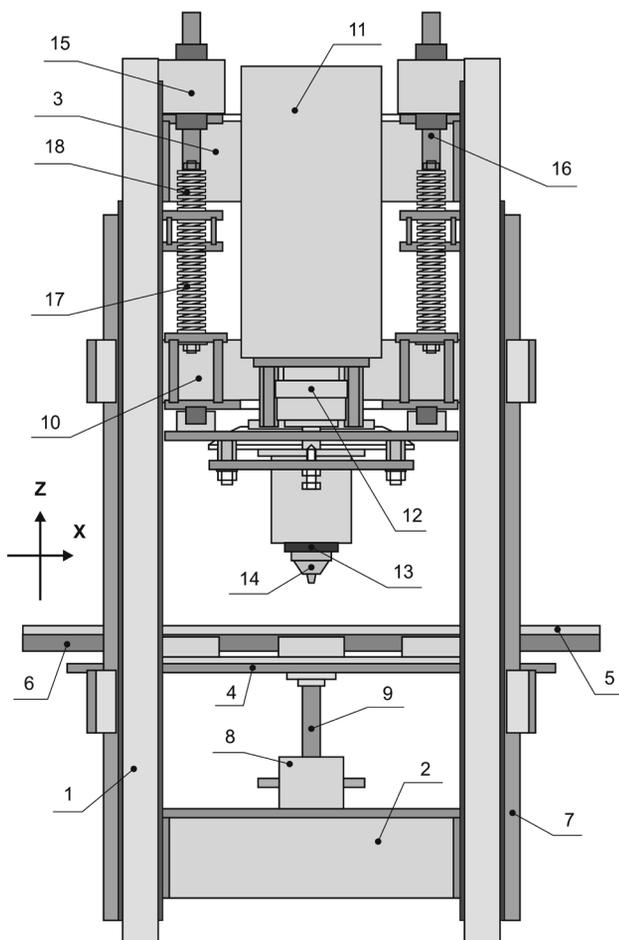


Рис. 2. Основные элементы установки фрикционной сварки. Электродвигатели приводов подачи сварочного стола (ось X) и шпинделя (ось Y) не показаны

пании SBC Linear Co., Ltd посредством двух включенных параллельно приводов: электродвигатель – червячный редуктор 8 ($i = 30:1$) – силовой винт 9 (резьба винта 9 – трапецеидальная Тр40х7). На верхней подвижной платформе 10 установлены электродвигатель 11 привода вращения шпинделя, планетарный редуктор 12, шпиндель 13 с рабочим инструментом 14. Подача шпинделя в вертикальном направлении по оси Z осуществляется посредством пары включенных параллельно механизмов: электродвигатель – червячный редуктор 15 ($i = 10:1$) – силовой винт 16 (резьба винта трапецеидальная – Тр40х7). При соприкосновении шпинделя со свариваемыми пластинами происходит сжатие пружин 17 CF63x254 компании HENNLICH. По величине сжатия контролируется усилие на сварочном инструменте. Коэффициент жесткости пружины составляет 155 Н/мм. Соответственно для четырех установленных параллельно пружин имеем 620 Н/мм. Максимально допустимая величина сжатия позволяет получить усилие на инструменте 46,5 кН. Пружины 18 CL63x89 предназначены для компенсации веса платформы 10 с установленным на ней шпиндельным узлом, что позволяет получить плавное изменение усилия на инструменте при опускании и подъеме шпинделя. Коэффициент жесткости пружины составляет 158 Н/мм. Таким образом, внедрение инструмента в материал соединяемых пластин происходит в режиме линейного увеличения усилия. Скорость внедрения может при этом регулироваться. Работа пружин показана на рис. 3, общий их вид на рис. 4. Примененная схема генерирования рабочего усилия на сварочном инструменте обеспечивает поддержание его величины в пределах необходимого допуска при возможных колебаниях координаты Z лицевой поверхности свариваемых деталей без системы обратной связи, что обязательно в случае применения гидравлического привода. Отсутствие гидравлической системы также значительно упрощает конструкцию станка.

Устройство сварочного стола показано на рис. 5. Столешница 1, выполненная из сплава Д16АТ толщиной 20 мм крепится на рельсовых направляющих 2 SBI45-HL-N-ZZ-3-K1-1800-N, установленных на подвижной платформе 3. Два параллельных привода движения столешницы по оси X включают: мотор-редуктор 4 ($i = 315:1$) – зубчатое колесо 5 ($m = 3$) – зубчатая рейка 6 – пластина 7. Передача усилия от рейки 6 на пластину 7 осуществляется через тензодатчики С2Н компании Тензо-М, что позволяет контролировать усилие по оси X в процессе сварки. Рабочий ход столешницы при сварке – 1000 мм. В вертикальном направлении стол удерживается силовыми винтами 8. Сварочный шов опирается на стальной вкладыш 9 со сменной подложкой 10. Непосредственно на поверхности стола устанавливается охладитель 11 с жидкост-

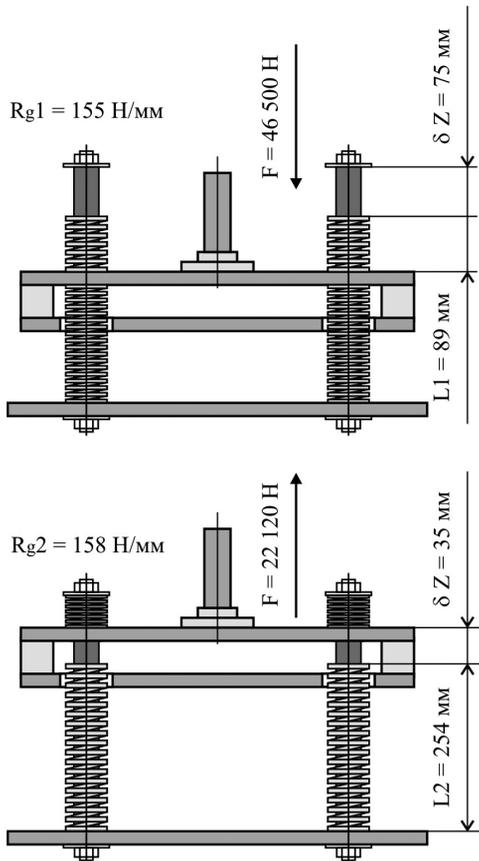


Рис. 3. Принцип работы механизма подачи усилия на сварочный инструмент

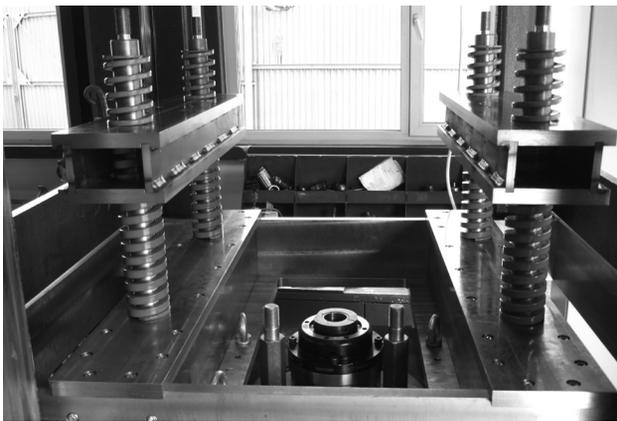


Рис. 4. Общий вид устройства подачи шпинделя

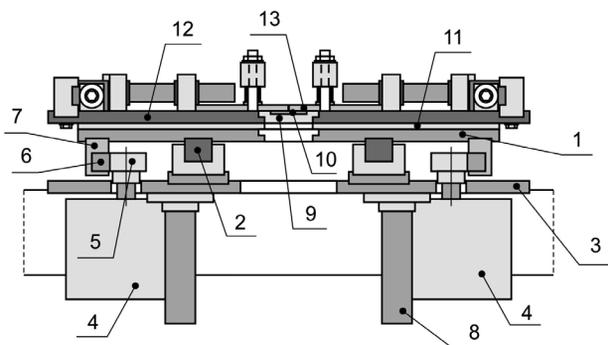


Рис. 5. Устройство сварочного стола

ным принудительным охлаждением, предназначенный для стабилизации температурного режима технологической оснастки 12 и свариваемых пластин 13. Наличие окна в столешнице позволяет выполнять на станке опытные работы с инструментом типа bobbin tool, либо производить сварку двумя шпинделями одновременно.

Конструкция шпиндельного узла показана на рис. 6. На электродвигатель 1 SF112XB мощностью 15 кВт компании Fukuta соосно устанавливается планетарный редуктор 2 AE155-004 компании Apex Dynamics с передаточным отношением $i = 4:1$. Корпус редуктора жестко крепится на шарнире 3. С противоположной стороны на нем же устанавливается корпус 4 с расположенным в нем шпинделем 5. Выходной вал редуктора соединяется непосредственно со шпинделем станка. В шпиндель вставляется рабочий инструмент 6. Шарнир зажимается плитами 7 и 8. Плита 8 через рельсовые направляющие 9 связана с подвижной платформой 10. Угол наклона шпинделя в вертикальной плоскости задается болтами 11. Рельсовые направляющие 9 SBI 45-HL-N-ZZ-2-K1-885-N позволяют перемещаться шпинделю в поперечном направлении по оси Y. Подача по оси Y осуществляется по схеме винт-гайка от двух включенных параллельно электродвигателей через червячные редукторы с передаточным числом $i = 30$. Резьба силового винта — трапецеидальная Tr20x4. Рабочая точка сварки находится в центре окружности, описанной по сферической поверхности шарнира, что обеспечивает неизменность ее положения в плоскости XY при изменении угла наклона инструмента в вертикальной

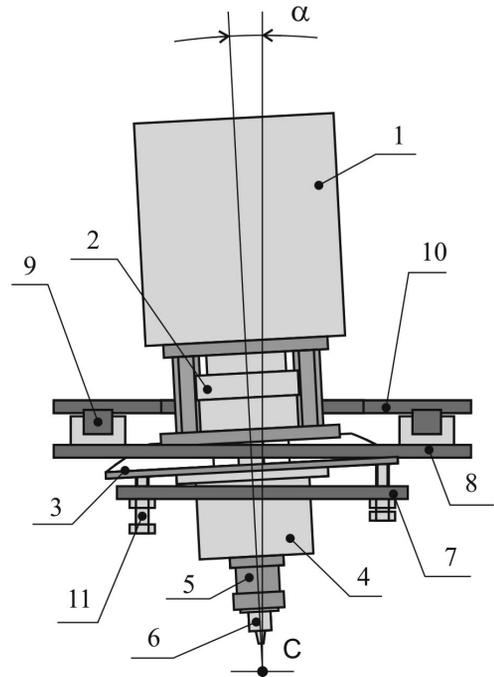


Рис. 6. Устройство шпиндельного узла

плоскости (рис. 7). Охлаждение инструмента осуществляется потоком воздуха, подаваемым в корпус шпинделя вакуумным пластинчато-роторным насосом SB.40 компании D.V.P. Vacuum Technology s.p.a. На рис. 8 показан рабочий момент сварки.

Существенной особенностью процесса СТП является требование отсутствия зазора между свариваемыми деталями при выполнении стыкового шва. Обычно применяемые технологические приемы изготовления заготовок не позволяют это обеспечить. По такой причине перед сваркой необходима дополнительная операция фрезеровки стыкуемых поверхностей – для этого на шпиндельной платформе устанавливается электрошпиндель ТМРЕ10/2 мощностью 4,5 кВт компании ELTE с концевой фрезой.

В процессе сварки на соединяемые пластины помимо усилия по оси Z также воздействуют силы в горизонтальной плоскости XY, особенно значительные при внедрении инструмента. На рис. 9 показана конструкция устройства фиксации заготовок при выполнении процесса сварки. На стальной плите 1 размещены опорные направляющие 2 с пазом и цилиндрические направляющие 3, по которым движутся клин 4 и прижим 5. На основании 1 также смонтированы силовые винты 6 с нарезанной с противоположных концов левой и правой резьбой. По винтам и направляющим 2 перемещаются в качестве клина призмы 7. Усилие от клина

передается на прижимы посредством вкладышей 8. Свариваемые пластины 9 располагаются в средней части устройства. Таким образом, исключается расхождение свариваемых пластин в процессе сварки, а также их проскальзывание в направлении сварки. Прижимы 10 с подпружиненными толкателями, действующими в вертикальном направлении, обеспечивают соответствие плоскостей образцов при сварке. Вращение винтов 6 обеспечивается двумя включенными параллельно мотор-редукторами, не показанными на рисунке. Общий вид устройства фиксации показан на рис. 10.

Система электрооборудования установки фрикционной сварки состоит из электроприводов подвижных узлов, совокупности датчиков положения и системы управления.

Система электроприводов включает: главный привод вращения шпинделя, приводы подачи сварочного стола по оси X, подачи перемещения шпинделя по оси Y, подачи шпинделя по оси Z, перемещения сварочного стола по оси Z, устройства фиксирования заготовок, вращения электрошпинделя фрезы. Все перечисленные выше электроприводы выполнены на основе асинхронных электродвигателей, подключенных к частотным преобразователям, что позволяет непрерывно изменять частоту их вращения в пределах от 10% номинальной частоты вращения до 150%. Частотные преобразователи также обеспе-

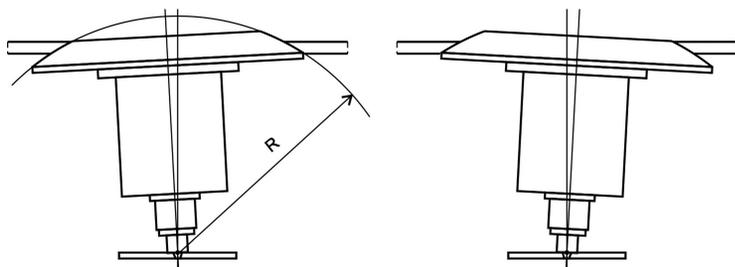


Рис. 7. Движение шпиндельного узла в вертикальной плоскости



Рис. 8. Сварка стыкового шва

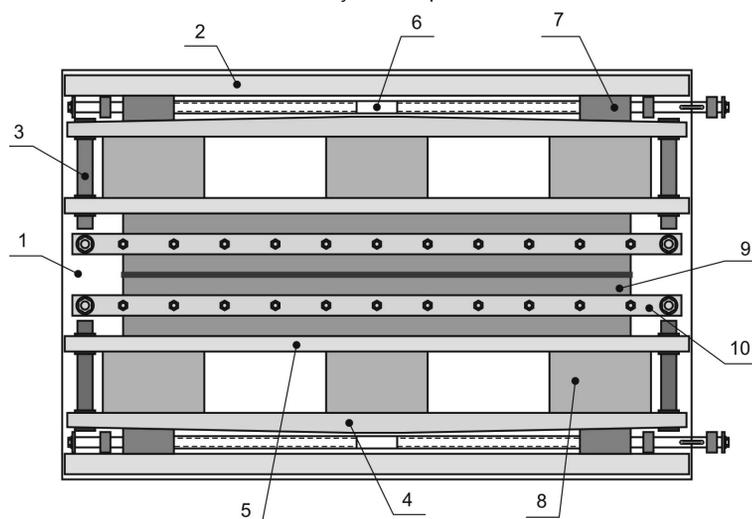


Рис. 9. Конструкция технологической оснастки для сварки плоских образцов



Рис. 10. Общий вид технологической оснастки

чивают безопасную работу станка путем автоматической остановки электродвигателей при превышении момента вращения на валу 150% номинальной величины. Размещены частотные преобразователи вместе с остальными силовыми коммутирующими компонентами в отдельном электрическом шкафу.

Система датчиков положения включает индуктивные датчики конечных положений приводов перемещений сварочного стола и шпинделя. Кроме них на станке устанавливаются магнитоэлектрические датчики компании Temposonics измерения координат Z сварочного стола и шпинделя, магнитные сенсоры типа LIMES LI20 компании Kubler измерения координат X и Y, а также потенциометрический датчик измерения сжатия силовых пружин, задающих усилие на сварочном инструменте.

Система управления станком выполнена на основе компьютера AFL2-W21A-H61-I5/PC-R10 производства компании IEI Technology Corporation. Устройство и принцип работы системы управления аналогичны описанной ранее («Сварщик в России» № 1–2014 г.). Частотный преобразователь компании КЕВ, управляющий работой электродвигателя привода вращения шпинделя, позво-



Рис. 11. Пульт управления работой установки

ляет вычислять момент вращения на его валу и индицировать его значение в процессе сварки, что дает возможность косвенно контролировать качество сварного шва.

Управление работой установки, как в ручном, так и в автоматическом режиме осуществляется посредством сенсорного экрана компьютера, установленного непосредственно на каркасе установки (рис. 11).

● #1660

В апреле издана книга **В. М. Литвинова, Ю. Н. Лысенко:**
«КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА И ВНЕПЕЧНОЙ НАГРЕВ
В ТЯЖЕЛОМ МАШИНОСТРОЕНИИ»



Произведен анализ состояния в прошлом, развития в настоящем и перспектив развития в будущем кислородной резки металлов больших толщин, (прибылей литья, слитков, поковок, крупного лома). Рассмотрены примеры внедрения оборудования и технологии по этому направлению. Расширены представления о роли подогревающего пламени на процесс кислородной резки и увеличены границы разрезаемой толщины с 1 200 до 1 800 мм. Создан способ кислородной резки нержавеющей стали и чугуна, отличающийся от аналога (кислородно – флюсовая резка) стабильностью процесса и тем, что не требует использования железного порошка. Разработаны критерии оценки эффективности оборудования и предложена методика расчета газокислородных резаков специального назначения. Рассмотрены конструкция и принцип действия этих резаков, приведены примеры их внедрения. Представлены оборудование и технология для прецизионной резки листа и для фигурной вырезки заготовок из плит. Приведено описание и внедрение газокислородных и газозвушных горелок различного назначения. Рассмотрены разные устройства для внепечного нагрева крупных заготовок.

Литвинов Виталий Михайлович

Тел./факс: +38 (06264) 7 01 58, (06264) 7 24 59,
 моб.: +38 (050) 821 56 96, (098) 823 97 87,
 e-mail: 136lit@mail.ru

Редакция:

03150, Киев, а/я 337, Киев, ул. Антоновича, 62 Б,
 Тел. +380 44 200 53 61, 200 80 18, факс +380 44 200 80 14
 E-mail: welder.kiev@gmail.com, trofimets.welder@gmail.com



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150, Киев, а/я 337 или e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 205 26 07, м. (050) 331 56 65. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Расскажите, пожалуйста, о сварке трением с перемешиванием?

Л. Герасименко, г. Кременчуг

Сварка трением с перемешиванием (СТП) является сравнительно новым видом сварки. Способ сварки трением с перемешиванием (СТП или FSW – Friction Stir Welding) был запатентован Британским институтом сварки (TWI) в 1991 г. Внедрение процесса в промышленности началось в 1990–2000 гг. благодаря успешному использованию установок ESAB в компаниях Marine Aluminium (Хагезунд, Норвегия) в 1996 г. и Боинг (Уичито, Канзас, США) в 1998 г.

Способ сварки трением с перемешиванием относится к твердофазным способам образования соединений материалов с использованием трения. Процесс, в котором не используются ни сварочные материалы, ни защитный газ, позволяет получать отличное качество швов. Сегодня СТП преимущественно используется для высококачественной сварки алюминия и др. сплавов.

Принцип процесса СТП. Сварка производится вращающимся инструментом в форме стержня, состоящего из двух основных частей (рис. 1) заплечика или бурта (утолщенная часть) и наконечника (штыря – выступающая часть). Размеры этих конструктивных элементов выбирают в зависимости от толщины и материала свариваемых деталей. Длину наконечника устанавливают приблизительно равной толщине детали, подлежащей сварке. Вращающийся с высокой скоростью инструмент в месте соединения под давлением вводится в свариваемый материал так, чтобы наконечник вошел в заготовки на глубину, примерно равную их толщине, а заплечик коснулся их поверхности. После этого инструмент перемещается по линии шва со скоростью сварки, образуя непрерывный шов. В результате работы сил трения происходит нагрев металла, он становится пластичным (переходит в тестообразное состояние) и равномерно деформируется. Происходит его перемешивание вращающимся инструментом и образуется прочное соединение между двумя деталями. Объем, в котором формируется шов, ограничивается сверху заплечиком инструмента (рис. 2).

Основные параметры процесса СТП, которые влияют на свойства шва:

- скорость перемещения и частота вращения инструмента;
- усилия прижатия и перемещения инструмента;
- угол наклона и геометрические размеры инструмента.

Мировой опыт применения СТП показывает, что данный вид сварки – интенсивно развивающийся технологический процесс. Эффективно использование СТП для изготовления режущего инструмента



Рис. 1. Схема процесса СТП

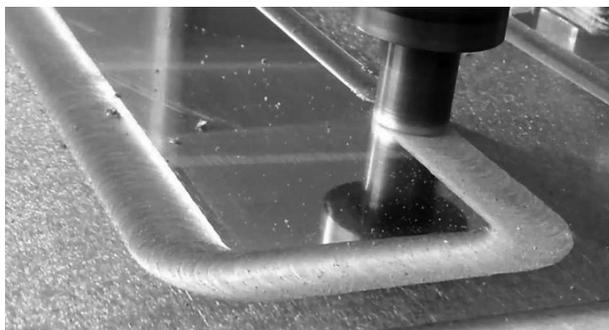


Рис. 2. Общий вид сварного соединения выполненного СТП

при производстве составных сварно—кованных,—литых,—штампованных деталей. СТП оказывается незаменимой при соединении трудносвариваемых или вовсе не сваривающихся другими способами разнородных материалов, например, стали с алюминием, аустенитных сталей с перлитными.

Данный метод сварки успешно применяется и для алюминий-литиевых сплавов, сварка которых невозможна другими методами. Создание таких сплавов основывается на использовании в качестве легирующего элемента наиболее легкого металла—лития, плотность которого ($0,534 \text{ г/см}^3$) в пять раз меньше плотности алюминия. Они занимают особое положение среди других алюминиевых сплавов, что обусловлено их более высоким модулем упругости и меньшей плотностью, свойствами, открывающими новые возможности применения легких металлических материалов. Из алюминий-литиевых сплавов изготавливают—штамповки, плиты, листы и разнообразной формы пресованные изделия (прутки, трубы и профили).

Такие характеристики СТП, как повышение весовой эффективности техники, ее прочности и ресурса, позволяют использовать ее при изготовлении самолетов и ракетной техники.

Сегодня СТП все чаще используется в автомобилестроении. Так, сварка плавлением может деформировать тонкие листы алюминия, а при СТП выделяется меньше тепла и такие повреждения маловероятны. Кроме того, по сравнению со сваркой плавлением, при СТП потребляется в два раза меньше электроэнергии.

В отличие от обычной сварки кузова автомобиля, которая увеличивает массу изделия за счет швов из сварочной проволоки присадочного металла, сварка трением ничего не добавляет к его массе. Это в свою очередь уменьшает вес готовой продукции, что особенно важно в современных условиях, когда идет борьба за высокую эффективность расхода топлива.

Основные области применения СТП:

- судостроение (палубные надстройки, переборки, элементы корпуса);
- аэрокосмическая промышленность (элементы фюзеляжа, крыльев, баки топливные и криогенных жидкостей);
- железнодорожный транспорт и метро (корпуса вагонов, рамы и тележки поездов);
- автомобильная промышленность (узлы крепления двигателя, диски колес, рамы и кузова автомобилей);
- электротехническая промышленность (корпуса электромоторов, токоподводы, параболические антенны, шины питания);
- строительная индустрия (алюминиевые мосты и трубопроводы, теплообменники и кондиционеры);
- пищевая промышленность (емкости для вина, пива, молока и др.).

Метод СТП используют также для соединений медных сплавов, например, в медных контейнерах для хранения ядерных отходов, а также медных подложек (разновидность теплоотводов) в оборудовании для напыления и др. СТП применяют в основном для соединения материалов со сравнительно низкой температурой плавления (алюминиевых и магниевых). В настоящее время известны результаты успешной сварки данным способом медных, никелевых и титановых сплавов, а также сталей. С помощью СТП сваривают алюминиевые сплавы толщиной до 75 мм за один проход. СТП позволяет получать нахлесточные соединения алюминиевых листов толщиной от 0,2 мм.

Обычная скорость сварки этих сплавов в промышленности—0,8–2,0 м/мин (при толщине изделий 5 мм). Последние исследования показали, что листы толщиной 5 мм из сплава 6082 можно сваривать со скоростью 6 м/мин и эта скорость не является пределом.

Высокие механические характеристики соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием, главное условие успешного промышленного применения процесса. Исследователи отмечают преимущества СТП по сравнению с другими способами сварки по показателям статической и усталостной прочности соединения, коррозионной стойкости, уровню сварочной деформации, трудоемкости, энергоемкости, экологической безопасности. При правильно выбранных режимах статическая прочность при растяжении и изгибе, относительное удлинение, ударная вязкость, усталостная прочность, т.е. почти все основные механические показатели металла стыка, находятся на уровне соответствующих показателей основного металла деталей или близки к ним.

Достоинства и преимущества СТП:

- минимальная подготовка свариваемых поверхностей (только обезжиривание);
- отсутствие необходимости в подготовке кромок под сварку, обработке шва после нее и механической обработке после сварки;
- возможность сварки материалов и получения качественных швов на сплавах, не поддающихся традиционным способам сварки;
- высокие прочность и качество сварного шва;
- мелкозернистая структура сварного шва;
- возможность получения соединений во всех пространственных положениях;
- отсутствие необходимости в присадочной проволоке;
- отсутствие пористости;
- не имеется особых требований к процессу сварки;
- практически полное отсутствие коробления и термических деформаций (благодаря ограниченному пространству деформации и нагревом зоны сварки);
- меньший уровень остаточных напряжений и деформаций;

- сторона вершины шва является идеальной копией подложки, а верхняя сторона уже имеет отфрезерованную структуру, образованную буртом;
- значительное преимущество перед болтовыми и заклепочными соединениями за счет увеличения прочности и жесткости конструкции, снижения массы и стоимости изготовления;
- общая и межкристаллическая коррозия, коррозия под напряжением в агрессивной среде, в т.ч. в контакте с компонентами топлива, показывают значительное преимущество СТП перед сваркой плавлением;
- не выделяются испарения или токсичные газы, опасные для операторов. Персонал не подвергается воздействию излучения от дуги. Безопасно для окружающей среды;
- уменьшение времени производственного цикла на 50–75% по сравнению с обычными способами сварки;
- высокая эффективность и экономия энергопотребления: только 20% затрат тепла по сравнению с процессом сварки электродом в инертном газе. Недостатки способа СТП:
- применение громоздкого сварочного оборудования;
- необходимость конструирования и изготовления специального инструмента под соответствующий тип соединений;
- применение вводных и выводных планок для получения качественных швов по всей длине заготовок;

- образование в конце кольцевого шва отверстия, равного диаметру штыря инструмента и др.

Основными видами неразрушающего контроля соединений, полученных СТП, являются визуальный (оптический) и ультразвуковой контроль, в т.ч. автоматический. Благодаря методу акустического контроля можно также получать полезную информацию о дефектах в шве, поскольку дефекты разных типов дают сигналы, которые по-разному отражаются на частотных диаграммах.

Многообещающие результаты исследований СТП в мировых центрах сварки, полученные в последние годы, увеличивают область эффективно применения сварки трением в промышленности. Однако высокая производительность данного метода сварки по сравнению с другими видами ручной и автоматической сварки требует во многих случаях значительных капиталовложений, которые оправдываются только при большом объеме производства. В тех случаях, когда объемы производства одной компании не могут оправдать капиталовложения на установку СТП, целесообразно совместно использовать ее несколькими компаниями.

Ответ подготовлен по материалам статьи: Сварка трением с перемешиванием // promsvarka.by URL: <http://promsvarka.by/stati/vsyo-o-svarke/svarka-treniem-s-peremeshivaniem>

• #1661

2017 МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА

ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ,
МЕТАЛОБРОБКИ, ЛІТВА
ТА ЕНЕРГЕТИКИ

11-13
ЖОВТНЯ
2017 ПАРК
РОЗВАГ
«ЛАВИНА»
М. ДНІПРО, ВУЛ. КОСМІЧНА, 20



- МАШПРОМ**
- ЛІТЕКС**
- ЕНЕРГОПРОМ**

ТОВ ЕКСПО-ЦЕНТР «МЕТЕОР»™
+38 (056) 373-93-72,
+38 (067) 639-86-79
litex@expometeor.com



Особенности выполнения ремонтной сварки массивных конструкций тяжело нагруженного оборудования

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

Массивные конструкции тяжелого машиностроения, большая часть которых носит индивидуальный характер, имеют свои специфические особенности, среди них – масштабный фактор (МФ) и наличие так называемых тепловых узлов (ТУ). Оригинальность машины и ее базовых деталей не позволяет использовать опыт изготовления и эксплуатации аналогичных машин.

Конструкции тяжелого индивидуального машиностроения изготавливаются из массивных отливок сложной формы, толстостенных поковок и проката, отличающихся друг от друга по физико-механическим и физико-химическим свойствам. Массивные крупногабаритные конструкции сами по себе или входящие в состав машины (оборудования) имеют, как правило, многоэтапный жизненный цикл (ЖЦК).

В машиностроительном производстве изготовление металлоконструкций осуществляется путем обработки заготовок в ходе технологических процессов металлургического, механического, сварочного и сборочного производств [1]. Каждый технологический процесс изменяет уровень внутренней энергии системы, что может привести к изменениям характеристик металла конструкции и ее самой в целом. Внешнее воздействие технологического процесса определяется методом обработки. В процессе длительного производственного цикла, под влиянием сложных технологических операций, возникают недопустимые дефекты, которые имеют как детерминированный, так и вероятностный характер возникновения. Они связаны с особенностями технологических переделов, свойствами металлов и пр., пороки металла могут появляться еще в металлургическом производстве и сохраняться вплоть до эксплуатации конструкции. Обнаружение скрытых дефектов и образование новых возможно в процессе монтажа крупногабаритной машины или оборудования, при первом рабочем нагружении, процессе эксплуатации оборудования, когда происходит перераспределение напряженно-деформированного состояния металла конструкции.

Важное место в устранении перечисленных дефектов занимает ремонтная сварка, которая может выполняться практически на всех этапах ЖЦК. К этому следует добавить необходимость устранения дефектов и в технологическом оборудовании служб главных – механика и энергетика завода – изготовителя уникальных конструкций.

Проблемы обеспечения качества ремонтной сварки уникальных металлических конструкций основываются на рассмотрении причинно-следственных связей, позволяющих описать всю сложную эволюцию условий и следствий, приводящих к отказам при их эксплуатации. Идеальным теоретическим развитием любой системы, в том числе и ремонтной сварки, является учет всех явлений и факторов на протяжении ЖЦК и, по возможности, управление ими.

В настоящей работе представлены результаты длительного изучения работниками отдела главного сварщика и других подразделений НИИТЯЖМАШ «Уралмашзавода» (при оказании методической помощи ведущих научных центров страны) функциональных взаимосвязей технологической наследственности металла массивных конструкций с этапами ЖЦК.

Анализ образования трещин и разрушения базовых деталей головного образца шагающего экскаватора ЭШ-100.100 (первая цифра означает объем грунта в ковше, м³, вторая – длина стрелы, м) в северном исполнении ориентировочно показывает, что:

- 5% дефектов возникло при изготовлении конструкций в условиях завода;
- 40% – в процессе монтажных работ в полевых условиях;
- 1% – при первом рабочем нагружении и первоначальной обкатке узлов;
- 25% – в процессе опытно-промышленной эксплуатации;
- 25% – в процессе промышленной эксплуатации;
- 4% – повторное образование трещин в процессе выполнения восстановительных работ с помощью электродуговой сварки.

Вероятны случаи восстановления изношенных

размеров с помощью наплавки. Следует также отметить, что ремонтной сварке и наплавке подвергаются заготовки (детали) с высоким значением химического эквивалента углерода $C_{\text{ЭКВ}}$ (стали марок 75ХМ, 9Х2МФ и др.), не рекомендуемые для применения в сварных конструкциях.

Рассмотрим предысторию формирования технологической наследственности металла конструкции, подвергаемой ремонтной сварке. Конструктор должен представлять основные технологические процессы производства металлоконструкций, поскольку именно он закладывает первоначальный уровень технологической наследственности металла базовых деталей.

Для машин большой мощности отсутствует возможность лабораторной и натурной проверки их реального функционирования из-за наличия высокой стоимости и других факторов, в том числе и МФ.

Согласно статистической теории МФ [2] количество дефектов в металле возрастает по мере увеличения абсолютных размеров конструкции.

Технологическая теория МФ [3] предполагает, что изготовление отливок сложной формы и слитков большого развеса, их последующая обработка (отделка поверхности, ковка, прокатка, механическая обработка и т.д.) представляют собой сложные процессы, что приводит к неизбежному отклонению от требуемого качества металла массивных деталей. В частности, дефекты стального литья разделяют на естественные или неизбежные, которые возникают при выплавке стали, ее разливке и др.; при затвердевании и охлаждении фасонной отливки или слитка; и технологические, которые возникают из-за нарушения или несовершенства соответствующей технологии. Для массивных отливок характерны недоливы металла, горячие (кристаллизационные, подкорковые и др.) и холодные трещины; плоские трещинообразные (плены, спаи и др.) и объемные (ужимины, песочные засоры, осевая и др. виды пористости) дефекты.

Наследование изъянов слитков металла кованых заготовок также носит разнообразный характер. Причинами разрушения заготовок и деталей могут быть заковы начальных трещин и других дефектов слитков (пористость и др.), недостаточная степень укова, флокены и др.

Технологические схемы производства проката большой толщины могут сохранять недостатки структуры слитков (рослость, голенище, газовые пузыри и др.).

Длительный производственный процесс изготовления заготовок базовых деталей с многочисленными технологическими операциями оказывает влияние на напряженно-деформированное состояние (НДС) металла заготовок. Технологические

напряжения имеют также наследственную природу. В зависимости от воздействия на материал технологического процесса в разных частях крупногабаритной массивной заготовки возникают напряжения различные по величине и по знаку.

Так, очистка фасонных оливок от формовочной смеси производится, в том числе, и электрогидравлическим способом, который по своим технологическим возможностям превосходит все известные промышленные способы, обеспечивает высокую производительность и экономическую эффективность работы оборудования, а главное — коренным образом улучшает условия труда в обрубном цехе литейного производства. Технология основана на использовании высоковольтного разряда, возникающего между специальным электродом и отливкой в жидкости. В результате в жидкости формируются и распространяются волны давления высокой интенсивности и гидравлические потоки (электрогидравлический эффект или ЭГ-эффект), воздействующие на тело отливки, стержни и формовочную смесь. Под влиянием пульсирующих ударов производится не только очистка литья от стержней и формовочных смесей: в теле отливки происходит перераспределение НДС, способствующее не только образованию трещин, но и разрушению отливок.

Под влиянием различных факторов (высокая температура заливки металла, нарушение технологии подвода металла и др.), фасонные разнотолщинные отливки могут иметь различные отклонения от чертежных размеров (кривизну, эллипсность, пропеллерность и др.), которые устраняют на гидравлических прессах, правкой газокислородным пламенем, сваркой. Все эти операции влияют на НДС заготовок и последующую прочность конструкции.

Отливки могут иметь скрытые дефекты, связанные с нарушением технологии сборки стержней, с химической (распределение углерода по телу отливки, неметаллические включения в местах встречи фронтов заливаемого металла) и механической (не расплавленные холодильники и др.) неоднородностями основного металла и др. Дефекты такого вида можно обнаружить лишь в процессе последующих операций либо при эксплуатации конструкции. Определение наличия сульфидной и других видов легкоплавких эвтектик, неравномерное распределение серы (вплоть до величины 4-х баллов по шкале Баумана) и карбидов по телу отливки можно произвести лишь путем вырезки образцов из тела деталей.

Проведение предварительной (промежуточной) или заключительной термической обработки массивных крупногабаритных конструкций может оказать значительное влияние на технологическую наследственность металла. Посадка детали в печь

должна производиться не выше определенной температуры, иначе возможен «тепловой» удар с последующим образованием трещины или даже разрушением детали.

Деградация металла возможна и при термообработке «сырых» отливок сложной формы по режиму стали (нормализация или закалка с отпуском) с целью придания металлу требуемых служебных свойств. Эта операция может производиться в течение десятков часов, что вызывает обезуглероживание поверхности заготовок, а сами структурные составляющие по сечению массивной отливки распределяются неравномерно. Достичь полной гомогенизации аустенита по углероду и полного растворения феррита в аустените в металле отливок сложной формы и разной толщины стенок практически невозможно. При температуре термической обработки выше температуры аустенизации происходит рост зерна, возможно окисление границ зерна, в результате чего снижаются твердость и ударная вязкость.

С другой стороны, термическая обработка может вызвать огрубление структур (выражаемое в виде камневидного излома), рост неметаллических включений.

Сама операция закалки среднеуглеродистых легированных сталей может вызвать образование закалочных трещин (особенно, если расположение мартенсита закалки совпадает с местами расположения ликвации серы).

С целью предупреждения значительного изменения формы крупногабаритных деталей с неуравновешенной массой, в процессе кристаллизации и остывания металла принимаются различные меры, среди них — установка стяжек. Однако ужесточение контура может вызвать образование трещин, а после удаления стяжек все же может произойти необратимая деформация детали.

Деградация свойств металла базовых деталей может определяться конструктивными факторами. Конструктивное наследование свойств металла связано с тем, что массивные отливки сложной формы имеют тепловые узлы, состоящие из термически массивных и термически тонких тел. Разная степень жесткости влияет на тепловые потоки. Они, в свою очередь, воздействуют на скорости кристаллизации толстых и тонких сечений отливки, локальное распределение серы, углерода, водорода, формирование НДС и др. Различные скорости охлаждения металла толстых и тонких сечений фасонной отливки приводят к образованию горячих трещин на наружных и внутренних поверхностях изделия. Другие дефекты металла тепловых узлов (внутренние пустоты и др.) могут вызвать разрушение детали в процессе ее эксплуатации.

Конструктивные особенности деталей могут

создавать концентраторы напряжений, влияющие на технологическую прочность. Нам представляется не целесообразным применительно к конструкциям рассматриваемого класса разделять понятия конструкторской и технологической наследственности металла, они представляют единый взаимосвязанный комплекс. В качестве примера можно привести конус засыпного аппарата доменной печи. Его геометрическая форма и масса не позволяют получать боковые стенки равной толщины. Внутри конуса выполняются ребра жесткости, образующие с боковой поверхностью ТУ. В этих местах на наружной поверхности возникают горячие трещины, которые устраняются электродуговой сваркой. При последующих технологических операциях — механической обработке (объем снятия стружки из-за неравномерности боковых стенок носит неравномерный характер, часть поверхности конуса остается необработанной), электродуговой наплавке защитного пояса и др. формируется НДС, что приводит к изменению формы конуса. В результате происходит отрыв ребер жесткости от внутренней поверхности.

По вышеперечисленным и другим причинам потребность в ремонтной сварке конструкций рассматриваемого класса существует на всех этапах их жизненного цикла. К этому следует добавить необходимость восстановления технологического оборудования служб главных- механика и энергетика предприятия — изготовителя, когда из-за давности эксплуатации сложно определить марку основного металла и другие факторы.

Особую сложность представляют ситуации, когда удалить трещину, образовавшуюся в процессе эксплуатации, не представляется возможным. Засверловка концов трещины с целью предупреждения ее дальнейшего развития не всегда действенна. В металле большой толщины магистральная трещина может иметь развитый «язык», при своем движении трещина из вертикального положения может перейти в горизонтальное. В процессе эксплуатации тяжело нагруженного оборудования возможны деформационное и термдеформационное старения металла.

Подходы классической механики разрушения [4] к оценке прочности массивных крупногабаритных конструкций с трещинами могут привести к некорректным результатам. Задача определения НДС массивных деталей из среднеуглеродистых и низкоуглеродистых низколегированных сталей и его влияние на начало движения магистральной трещины по критериям механики разрушения сопряжена со значительными трудностями постановочного и вычислительного характера. Одно дело, когда имеется четко выраженный очаг разрушения базовой детали, носящий плоскостной (скрытые го-

рячие трещины, трещиноподобные дефекты, спай и др.) или объемный (песочные засоры, дефекты структуры и др.) характеры. Иное дело, когда таких дефектов металлургического происхождения нет. При описании понятия «очаг разрушения» в механике разрушения существуют различные точки зрения (по нашим представлениям около 30), что вызывает методические трудности принятия конструкторско-технологических решений выполнения ремонтной сварки и оценки функциональности конструкций при наличии в них трещин

Анализ поверхностей базовых деталей, разрушенных в процессе эксплуатации, показывает, что разрушение может иметь интеркристаллический (по границам зерен), транскристаллический (по кристаллитам внутри зерен) и смешанный характеры. Межзеренное разрушение носит хрупкий характер, на поверхности трещины при внутризеренном разрушении могут быть ручьи (шевронные) узоры, веер и др., характеризующие квазихрупкое разрушение. Процесс разрушения массивных конструкций не является мгновенным актом. В настоящей работе не рассматриваются так называемые малые (короткие) трещины, их слияние, образование участка рыхления трассы трещины, в том числе и при участии водорода основного металла. При движении магистральной трещины в массивном теле НДС, характер разрушения может непрерывно изменяться, один механизм разрушения может смениться на другой, что значительно затрудняет применение расчетных методов механики разрушения. Создание сквозной трещины в массивной детали происходит в течение длительного времени. К этому следует добавить практически не учитываемый человеческий фактор (опыт и знания конструктора, технолога, рабочего, их психологические качества и пр.). Поэтому считаем феноменологический подход к оценке разрушения металла массивных конструкций в процессе эксплуатации наиболее подходящим. Наши экспериментальные работы по водородному охрупчиванию металла сварных соединений с привлечением аппаратуры, работающей на обнаружении эффекта акустической эмиссии, показали, что гипотеза низкотемпературной ползучести [5] при образовании холодных трещин (развитие повреждаемости по границе зерен по мере накопления деформаций ползучести под действием релаксирующих напряжений) имеет право на существование.

По перечисленным выше и другим причинам выполнение расчетов прочности конструкции выполняется по достижению металла предельного состояния. Неоднородность механических и химических свойств металла отливок, поковок и проката учитывается коэффициентами запаса прочности в зависимости от распределения рабочих напряже-

ний с учетом уровня действующих нагрузок. Данные по механическим свойствам выбираются согласно соответствующим ГОСТ, СНиП, из справочников и другой нормативной документации. Расчеты прочности носят приближенный расчет. Большую помощь может оказать компьютерное моделирование (Calls — технологии).

Считаем целесообразным расширить идеологию «Индустриального кодекса рециклинга ISO 11628–2002», согласно которому все изношенные части машин подлежат восстановлению и повторному использованию, также и на устранение дефектов в металле массивных деталей и для случаев отказа массивных конструкций. Но при этом надо помнить, что конструкторско-технологические решения выполнения ремонтной сварки базовых деталей тяжелого нагруженного оборудования и система принятия решений по выполнению ремонтной сварки в подавляющем большинстве случаев носит априорно-интуитивный характер, основанный на опыте и предпочтении специалистов. Поэтому выполнение ремонтной сварки конструкций индивидуального тяжелого машиностроения является определенным риском.

Для нахождения рациональных решений при разработке технологии ремонтной сварки в условиях неопределенности представлений о фактическом состоянии металла в каждом конкретном случае надо знать предысторию металла конструкции и уметь управлять процессом ремонтной сварки. В этом случае массивные базовые детали, восстановленные с помощью ремонтной сварки, будут работать длительное время, в ряде случаев превышая срок эксплуатации новой детали.

Литература

1. Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении / М.: Машиностроение. – 1970. – 382 с.
2. Потак Я.М. Хрупкие разрушения стали и стальных деталей / Я.М. Потак. М.: Гос. изд. оборон. промыш. – 1955. – 389 с.
3. Манасевич А.Д. Физические основы напряженного состояния и прочности металлов / А.Д. Манасевич. М-Киев.: Машгиз. – 1962. – 197 с.
4. Механика разрушения и прочность материалов // Справ. пособие: в 4 т. Под общ. ред. акад. АН УССР В.В. Панасюка. – Киев.: Наукова думка. – 1988.
5. Новый инженерный подход оценки склонности к образованию и развитию технологических трещин при сварке и термической обработке / В.Н. Земзин, А.А. Чижик, А.А. Ланин. Л.: Изд. ЦКТИ. – 1987. – 24 с.

Технологические особенности процессов автоматизированной дуговой сварки при ремонте крупногабаритных резервуаров *

В.М. Илюшенко, канд. техн. наук, **В.А. Поляков**, Лысенко В.А., Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Проведен сравнительный анализ процессов автоматизированной дуговой сварки в защитных газах, самозащитной порошковой проволокой и под флюсом для ремонта металлоконструкций крупногабаритных резервуаров. Рассмотрены технологические особенности сварки разных типов швов, а также принципы разработки специализированных монтажных аппаратов. Описаны опыт и перспективы использования новых разработок.

Современные сварные металлоконструкции крупногабаритных резервуаров являются ответственными сооружениями с высокими техническими требованиями относительно их герметичности, безопасности и сроков эксплуатации. Анализ работоспособности таких конструкций показывает, что в монтажных соединениях с горизонтальными и вертикальными швами наиболее распространенными дефектами являются такие повреждения как трещины, коррозионный износ и потеря их геометрической формы. Отдельные участки резервуаров испытывают деформации в результате перекосов и неравномерной осадки, которая требует их восстановления или полной замены секций [1].

При поточном и капитальном ремонтах резервуаров обычно используют ручную дуговую сварку покрытыми электродами и механизированную в защитных газах, характеризующиеся невысокими производительностью и качеством сварных соединений. Испарение нефтепродуктов в дефектных местах резервуаров приводит к большим материальным расходам. В связи со значительно повышенной стоимостью сооружения новых резервуаров большое внимание необходимо уделить возобновлению работоспособности существующих.

Ремонту (или замене поврежденных участков) чаще всего подлежат днища и прилегающие к ним части вертикальной стенки. Для днища вместо традиционной подачи отдельных листов внутрь резер-

вуара предложено подавать непрерывную полосу, сваренную встык из отдельных листов [2]. Из этой полосы изготавливают отрезки нужной длины. Таким образом, все поперечные соединения получают стыковыми, а соединения внапуск располагают в одну линию. Такая технология создает условия для их автоматизированной сварки.

В данной статье рассмотрены технологические особенности высокоэффективных способов автоматизированной дуговой сварки стыковых и угловых швов в разных пространственных положениях при ремонте крупногабаритных резервуаров.

Типы сварных швов и соединений резервуарных конструкций. В отечественной и зарубежной практике применяют разнообразные емкости для хранения нефти и нефтепродуктов. Это, в первую очередь, вертикальные цилиндрические резервуары вместимостью до 50 000 м³. Для секций стенок и днищ резервуаров применяют низколегированные стали разных марок в зависимости от объемов и характера продуктов, условий эксплуатации и влияния климата. Для нефтерезервуаров емкостью до 20 000 м³ в четырех нижних поясах стенки в качестве основного металла используют сталь 09Г2С [1]. Для нижних поясов стенок резервуаров на 30 000 и 50 000 м³ – сталь марки 16Г2АФ. Диапазон толщин низкоуглеродистых низколегированных сталей составляет 10-40 мм.

На основе всестороннего анализа конструкций и эксплуатации типовых резервуаров можно отметить четыре разновидности сварных швов и соединений:

- стыковые горизонтальные швы на вертикальной поверхности стенки;
- стыковые вертикальные швы на вертикальной поверхности стенки;
- угловые швы в нижнем положении соединения заготовок днища внапуск;
- угловые швы, соединяющие горизонтальное днище с вертикальной стенкой (нижнее положение, тавровые соединения).

В зависимости от толщины листов основного

* По материалам сборника: «Проблемы ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, сооружений и машин», ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ

металла при сварке стыковых горизонтальных и вертикальных швов на стенках резервуара применяют одностороннее и двустороннее раскрытие кромок. Тавровые соединения угловых швов днища с вертикальной стенкой на металле толщиной до 16 мм сваривают без раскрытия кромок, а металл большей толщины – с двусторонним раскрытием.

Выбор способов автоматизированной дуговой сварки. Для выполнения горизонтальных и вертикальных стыковых швов на вертикальной поверхности стенок оценены технологические возможности процессов автоматизированной дуговой сварки в углекислом газе электродной сплошной проволокой Св-08Г2С и самозащитной порошковой проволокой ПП-АН19Н [3]. Наибольшую производительность при удовлетворительном формировании швов обеспечивает автоматизированная сварка самозащитной порошковой проволокой. При этом способе в монтажных условиях для предотвращения пористости металла швов в зону сварочной ванны необходимо подавать дополнительно углекислый газ. Самозащитная порошковая проволока ПП-АН19Н обеспечивает высокую стабильность горения дуги, среднекапельный перенос электродного металла и легкое отделение шлаковой корки.

Ориентировочный режим автоматизированной дуговой сварки самозащитной порошковой проволокой следующий: диаметр порошковой проволоки 3,0 мм, сварочный ток 320-380 А, напряжение дуги 24-28 В, скорость сварки горизонтальных швов 16, вертикальных – 3 м/час, расход углекислого газа 16-20 л/мин. Количество проходов горизонтальных швов в зависимости от толщины металла (δ) равнялось при односторонней сварке 2 (для $\delta = 10$ мм) и 4 ($\delta = 15$ мм). Для металла больших толщин целесообразна двусторонняя сварка, при которой количество проходов равняется 6-7 ($\delta = 25$ мм) и 9-10 ($\delta = 40$ мм). Такие режимы дают равномерное формирование многослойных швов без дефектов (поры, трещины, оксидные включения).

Изучены механические свойства сварных соединений низколегированной стали 09Г2С толщиной 10-40 мм при температурах от +20°C до -60°C (таблица). Сварные соединения с горизонтальными и вертикальными швами, выполненные самозащитной порошковой проволокой ПП-АН19Н на оптимальных режимах, отвечают существующим техническим требованиям для строительных металлокон-

струкций аналогичного назначения. Механические свойства сварных соединений с горизонтальными швами, как правило, лучше, чем соединений с вертикальными швами, выполненными за один проход. Увеличение толщины основного металла от 10 до 40 мм приводит к некоторому снижению механических свойств соединений при комнатной и минусовой температурах.

Необходимость автоматизации выполнения угловых швов в нижнем положении соединения внапуск достаточно актуальна, учитывая, что нередко нужна полная замена полотнища днища. Эти технологические операции, как показали исследования, целесообразно выполнять автоматизированной дуговой сваркой под флюсом АН-60СМ электродной проволокой Св-08ГА диаметром 3,0 мм [4].

Для выбора эффективных методов сварки угловых швов, которые соединяют горизонтальное днище резервуара с вертикальной стенкой, изучали технологические возможности трех процессов автоматизированной дуговой сварки: под флюсом, самозащитной порошковой проволокой и проволокой сплошного сечения в защитных газах. С учетом того, что самозащитная порошковая проволока в 4-5 раз дороже проволоки сплошного сечения, для последующих испытаний были выбраны автоматизированные дуговые процессы сварки под флюсом и в смеси защитных газов.

Исследования по сварке под флюсом низколегированной стали 09Г2С толщиной 10-30 мм выполняли с использованием флюса АН-66 и электродной проволоки Св-08Г2С диаметром 2,5 мм. Режимы сварки следующие: $I_{св} = 380-420$ А; $U_{д} = 28-30$ В; $V_{св} = 30-38$ м/ч; вылет электродной проволоки 25 мм; положение сварки – нижнее.

Отработана техника сварки тавровых соедине-

Таблица. Механические свойства сварных соединений из низколегированной стали 09Г2С толщиной 10-40 мм

Толщина металла, мм	Тип шва	Количество проходов	КСУ при t°C, Дж/см ² (не меньше)							
			центр шва				ЗТВ			
			+20	-20	-40	-60	+20	-20	-40	-60
10	Горизонтальный стыковой (односторонний)	2	160	130	120	60	130	100	90	50
15	-	4	150	120	110	50	120	105	80	45
25	Горизонтальный стыковой (двусторонний)	6 + 6	140	110	105	55	140	105	75	40
40	-	9 + 9	130	105	90	40	120	95	80	35
40	Вертикальный стыковой шов	2	130	100	80	35	120	90	70	35

ний на металле указанной толщины в двух вариантах: без раскрытия кромок (при толщине металла до 16 мм) и двустороннее несимметричное раскрытие кромок с углом $45^\circ \pm 5^\circ$ (при толщине металла больше 16 мм). В зависимости от толщины основного металла и формы раскрытия кромок выбирали оптимальный угол наклона электродной проволоки к горизонтальной плоскости.

Для обеспечения нужного катета шва в пределах 6-12 мм сварку выполняли за 1-4 прохода с каждой стороны таврового соединения. В сравнении с ручной электродуговой сваркой покрытыми электродами разработанная технология автоматизированной дуговой сварки под флюсом позволила повысить производительность процесса в 3-4 раза.

Полученные результаты механических испытаний сварных соединений низколегированной стали 09Г2С отвечают требованиям СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции». Результаты механических испытаний ударной вязкости сварных соединений стали 09Г2С толщиной 20 мм при разных температурах следующие: при температуре -20°C – 90-110; -40°C – 75-90; -60°C – 65-100 Дж/см². Учитывая возможные трудности использования сварки под флюсом в монтажных условиях, связанные в основном с подачей и уборкой флюса, отработана технология сварки таких швов проволокой сплошного сечения диаметром 2,0 мм в смеси газов $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$.

Разработка монтажных аппаратов для ремонта резервуарных конструкций. Учитывая специфические требования к монтажной аппаратуре – небольшие масса и габариты, возможность базироваться непосредственно на свариваемом изделии, иметь оптимальный уровень автоматизации, при ремонте металлоконструкций испытали разнообразные узлы (ходовая тележка, механизм подачи электродной проволоки, схема управления процессом и источник питания дуги) легких аппаратов, которые используются в специальном оборудовании для автоматизированной дуговой сварки. Для стыковых горизонтальных швов предложена техника автоматизированной сварки с принудительным подформированием металла. Суть этого приема заключается в том, что сварочная дуга горит в зоне, ограниченной с одной стороны основным металлом (или формирующим устройством), а с другой – медным водоохлаждающим ползуном. При этой технике ванна открыта с двух сторон – сверху и спереди, а угол наклона мундштука механизма подачи электродной проволоки может изменяться в диапазоне $\pm 30^\circ$.

Для реализации описанной техники автоматизиро-

ванной дуговой сварки стыковых горизонтальных швов был разработан специализированный монтажный рельсовый аппарат типа АД-ЗЗ0М. Ходовым механизмом аппарата является компактная трехколесная тележка, которая позволяет выполнять криволинейные швы с минимальным радиусом кривизны (до 1 000 мм). Механизм подачи электродной проволоки и электрическая схема аппарата позволяют дистанционно управлять параметрами режимов. Аппарат перемещается по стенке резервуара по рельсовому пути. Технологические возможности испытанных источников питания сварочной дуги (ВДУ-504, 506, 601 и ВС-600М) практически равноценны при сварке электродной проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой.

Для стыковых вертикальных швов, выполняемых автоматизированной дуговой сваркой самозащитной порошковой проволокой с принудительным формированием, в зависимости от толщины листов могут использоваться рельсовые аппараты как существующие (типа А-1381), так и модернизированный нами аппарат типа АД-ЗЗЗМ.

Для автоматизированной сварки угловых швов соединения внапуск (днище) и швов, соединяющих днище с вертикальной стенкой, выполнены опытно-конструкторские работы по созданию специализированных аппаратов тракторного типа на базе унифицированных узлов, что успешно использовались в аппаратах типа АД-ЗЗ0М и АД-ЗЗЗМ. Особенностью этих аппаратов является их компактность, небольшие размеры и вес, а также возможность двигаться по поверхности сварочных листов и надежно копировать линию сварного соединения. В частности, в аппарате для сварки соединений внапуск особое внимание уделено обеспечению надежного соблюдения расположения электродной проволоки относительно линии соединения. В аппарате для сварки уторных швов выбор ходового устройства магнитороликового типа обусловлен необходимостью расположения аппарата непосредственно на вертикальной стенке, поскольку край днища, который выступает извне, не превышает 40-50 мм и не может быть базой для перемещения аппарата.

На рис. 1 показан образец аппарата для сварки уторных швов, соединяющих край днища с вертикальной стенкой резервуара.

Опыт использования новых разработок.

По технологии, разработанной Институтом электросварки им. Е.О. Патона НАНУ совместно с фирмой «Экорембуд» (Ровно) отремонтирован цилиндрический резервуар емкостью 20 000 м³ в г. Лисичанск Луганской области. Подлежащий замене учас-

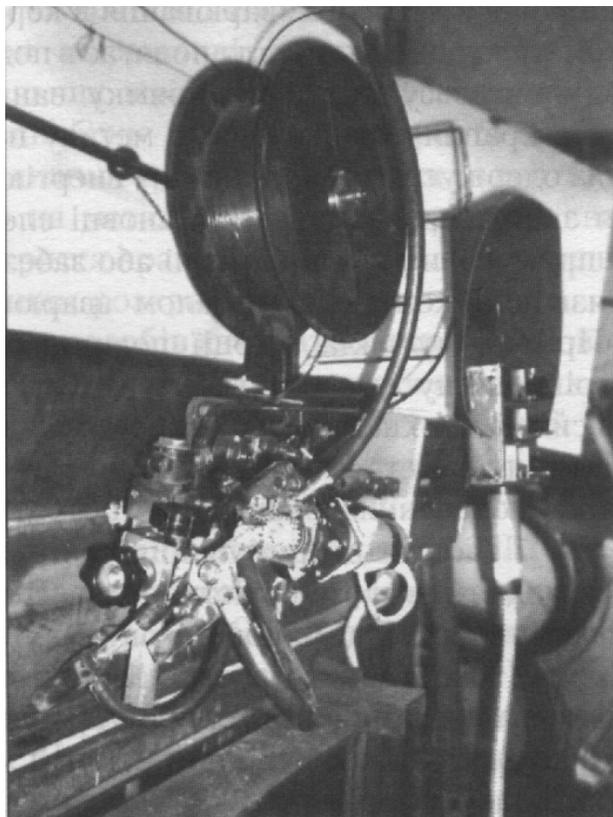


Рис. 1. Образец монтажного аппарата для сварки уторных швов ток вертикальной стены (практически на всю высоту резервуара) по периметру корпуса равнялся почти 25 %. В условиях ремонта резервуара использовали два процесса автоматизированной дуговой сварки: под флюсом – для соединения отдельных листов в монтажные блоки и самозащитной порошковой проволокой – для стыковых горизонтальных швов на вертикальной плоскости при монтаже блоков на вертикальной стенке. При сварке под флюсом в нижнем положении швов для толщины металла 9,0-12 мм применяли электродную проволоку Св-08ГА диаметром 5 мм и флюс АН-60СМ. Сварку выполняли трактором АДФ-1002 с источником питания ВДУ-1201 на режиме: $I_{св} = 720-850$ А, $U_{д} = 30-38$ В, $V_{св} = 20-28$ м/ч. Качественного формирования обратной стороны швов достигали с помощью флюсомедной подкладки. Для замены стенки резервуара необходимо было сварить шесть отдельных блоков в специальном кондукторе (рис. 2).

Автоматизированную дуговую сварку стыковых горизонтальных швов самозащитной порошковой проволокой с полупринудительным формированием наплавленного металла проводили монтажным аппаратом АД-330М, имеющим дистанционное управление источником питания ВДУ-506. Обратную сторону горизонтальных швов формировали медной подкладкой, которая имела ка-

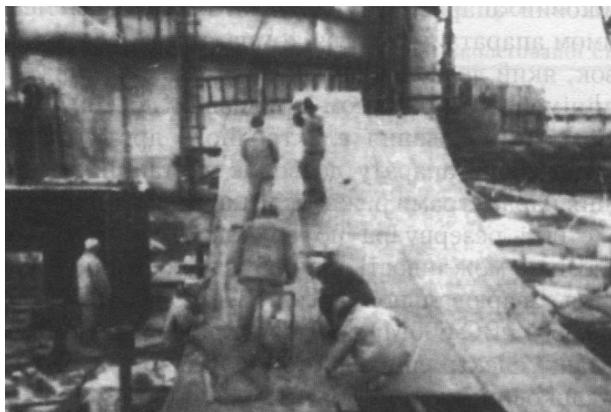


Рис. 2. Автоматизированная сварка под флюсом монтажных блоков при ремонте резервуара для ЗАО «ЛИНОС» (Лисичанск)

навку соответствующей геометрии. Параметры режима сварки основных швов были следующими: $I_{св} = 360-380$ А, $U_{д} = 24-26$ В, $V_{св} = 12-20$ м/ч. При толщинах металла 9 и 12 мм сварку выполняли соответственно за два и три прохода (рис. 3).

Успешное выполнение этих ремонтных работ на резервуаре емкостью 20 000 м³ позволило использовать технологию и оборудование автоматизированной дуговой сварки также и при строительстве новых резервуаров, в частности в г. Смыга Ровенской области и в г. Надворная Ивано-Франковской области [5]. На первом этапе работ в основном использовался блочный метод монтажа. Стенка резервуара была разбита на 3 яруса блоков по высоте и 5-10 блоков по ширине каждого яруса. Сборка листов в блоки и их автоматизированная сварка выполнялись в поворотном кондукторе аппаратом АДФ-1002 под флюсом. Для стыковых горизонтальных швов на вертикальной плоскости стенки использовалась технология автоматизированной многослойной дуговой сварки аппаратом АД-330М самозащитной порошковой проволокой ПП-АН19Н с дополнительной защитой ванны СО₂



Рис. 3. Автоматизированная сварка горизонтального шва стенки резервуара аппаратом АД-330М

и принудительным подформированием швов. Для стыковых вертикальных швов была рекомендована технология сварки самозащитной проволокой ПП-АН19Н с принудительным формированием металла. В зависимости от толщины листов и формы обработки кромок сварка выполняется рельсовым аппаратом типа АД-333М или с использованием безрельсового аппарата типа А-1150.

Преимущества описанных технологий автоматизированной дуговой сварки следующие:

- возможность обзора зоны горения дуги;
- улучшение условий защиты сварочной ванны;
- уменьшение количества проходов при сварке металла больших толщин;
- обеспечение правильной геометрии швов;
- увеличение продуктивности сварки в 1,5-2 раза по сравнению со сваркой в условиях свободного формирования швов.

Для строительства нефтерезервуаров большой емкости (50-70-100 тыс. м³) перспективным является метод листового монтажа таких металлоконструкций, с использованием технологии автоматизированной дуговой сварки, которая бесспорно будет иметь широкое применение.

Литература

1. Сварные строительные конструкции. Типы конструкций / Под ред. Л.М.Лобанова. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона. – Т. 2. – 1997. – 680 с.
2. Барвинко Ю.П., Голинько В.М., Барвинко А.Ю. Новые технологии восстановления работоспособности вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов // Сварщик. – 1999. – № 4. – С. 6-8.
3. Порошковые проволоки для электродуговой сварки. Каталог-справочник / И.К. Походня, А.М. Суптель, В.Н. Шлепаков и др. – Киев: Наук. думка, 1980. – 180 с.
4. Опыт применения флюса АН-60СМ при сварке резервуаров / В.А. Поляков, В.С. Токарев, И.А. Гончаров и др.: Сб. матер. научно-техн. семинара «Прогрессивные технологии сварки в промышленности», 20-22.05.2003 г. – Киев, 2003. – С. 105-106.
5. Автоматизированная дуговая сварка стыковых соединений при листовом способе монтажа резервуаров / В.М. Илюшенко, В.А. Поляков, В.Р. Лашкевич и др.: Сб. докладов междунар. конф. «Современные проблемы сварки и ресурса конструкций» 24-27.11.2003 г. – Киев, 2003. – 28-29 с.

● #1663

Допомога ТОВ «САММІТ» – ДНЗ «Монастирищинський професійний ліцей» у підготовці кадрів

Ліщинський М. В., викл. зварюв. справи ДНЗ «Монастирищенський професійний ліцей» (Монастирище, Черкаська обл.)

Результатом щорічних відвідувань міжнародних виставок зварювальних технологій, стала творча співпраця ДНЗ «Монастирищенський професійний ліцей» із учасниками цих виставок.

24 січня 2017 р. мобільна група спеціалістів ТОВ «САММІТ», що є авторизованим представником компанії КЕМРРІ ОУ (Фінляндія) завітала у наш навчальний заклад з метою ознайомлення учнів з роботою сучасного зварювального обладнання компанії КЕМРРІ ОУ (Фінляндія).

Відбулася захоплююча лекція менеджера компанії Чайки В'ячеслава про перспективи розвитку компанії КЕМРРІ ОУ (Фінляндія), що супроводжувалася демонстрацією фото, прайсів та каталогів. В'ячеслав залишив цікаву інформацію, що буде досить добрим додатком у навчальному процесі.

Родзинкою зустрічі був майстер-клас у зварювальному відділенні навчально-виробничої майстерні, який провів зварник міжнародного класу Семко Віктор Семенович.

У спеціалістів компанії «САММІТ» знайшовся час і для партнерів нашого навчального закладу – головних зварювальників Кабанова Миколи Вікторовича (ПАТ «Монастирищинський машинобудівний завод») та Киселя Миколи Вікторовича (МБВФ «Енергетик»), котрі завітали у цей день до нас.

Висловлюємо подяку ТОВ «Самміт» (м. Дніпро) за можливість надати навчальні послуги учням-зварникам ДНЗ «Монастирищенський професійний ліцей» на сучасному зварювальному обладнанні компанії КЕМРРІ ОУ (Фінляндія).



Особисто хотілося б висловити слова вдячності В'ячеславу Чайці, Віктору Семку та Володимиру Красножону, які за короткий проміжок часу, створили атмосферу творчої співпраці, навчання та професіоналізму.

Хотілося б і надалі бачити у Вашій компанії, команду однодумців та колег.

Найщиріші слова вдячності усьому трудовому колективу компанії «САММІТ».

● #1664

Украинский рынок сварочных электродов: состояние и тенденции развития

А. А. Мазур, к.э.н., С. В. Пустовойт, к.т.н., Л. Б. Любовная, В. С. Петрук,
ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

Сварка как основная технология соединения материалов является неотъемлемой составляющей промышленного сектора экономики, интегрированной в производственный процесс базовых отраслей промышленности. В статье представлена систематизированная экономико-статистическая информация о состоянии и развитии рынка сварочных электродов в Украине, показатели объемов их производства и экспортно-импортных операций.

Процессы глобализации в мире и их влияние на внутренние рынки обуславливают необходимость проведения исследований рынка сварочной техники в Украине для выявления перспективных направлений развития сварочного производства в связи с его значимостью в национальной экономике, поскольку сварка как способ получения неразъемных соединений металлов и неметаллов является базовой технологией во многих отраслях промышленности. Эти исследования позволяют найти оптимальные пути успешного функционирования украинских производителей для обеспечения спроса на их продукцию в условиях жесткой конкуренции не только на внешних рынках, но и внутреннем.

Выпуск сварочных материалов является ведущей составляющей сварочного производства в Украине. Мощности украинских предприятий-производителей сварочных материалов, в т.ч. и сварочных электродов, способны удовлетворять по-

требности как внутреннего рынка, так и осуществлять поставки своей продукции на внешние рынки [1]. Этому способствует наличие сырьевой базы для выпуска сварочных электродов общего назначения, используемых для сварки углеродистой и низколегированной сталей (АНО-4, АНО-21, МР-3 с рутиловым покрытием, а также электроды с основным покрытием типа УОНИ-13).

Длительный экономический кризис в странах СНГ, вызванный распадом СССР и разрывом производственных связей между предприятиями привел к значительному сокращению объемов производства сварочных материалов. С 1995 г. объем производства сварочных материалов, в т.ч. электродов, стабилизировался в новых границах (рис. 1). В годы роста промышленного производства в Украине и странах СНГ (основных рынках сбыта) — выпуск сварочных материалов и электродов увеличивался. В годы экономического кризиса в Украине и в мире наблюдался спад производства этих материалов. Такое синхронное изменение объемов производства вызвано тем, что удельный вес сварочных электродов в структуре выпуска сварочных материалов составляет около 50%.

Увеличение доли выпуска сварочных электродов в Украине вызвано увеличением объемов работ выполняемых с помощью ручной дуговой сварки (РДС) (рис. 2) в связи с изменением структуры промышленного производства (табл. 1) — сокращением доли машиностроения (до 6,4%) из-за сок-

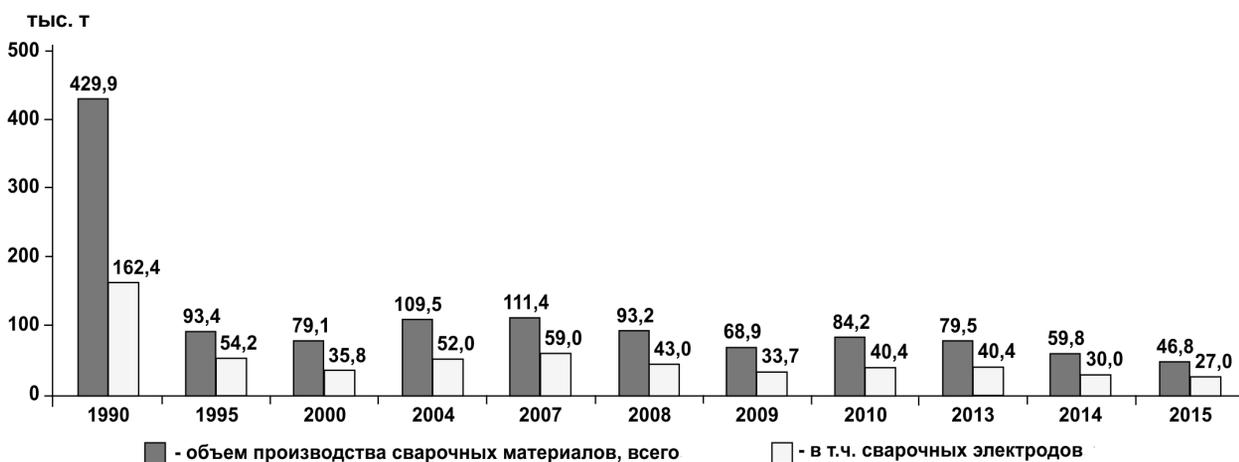


Рис. 1. Динамика производства сварочных материалов и электродов за 1990-2015 гг.

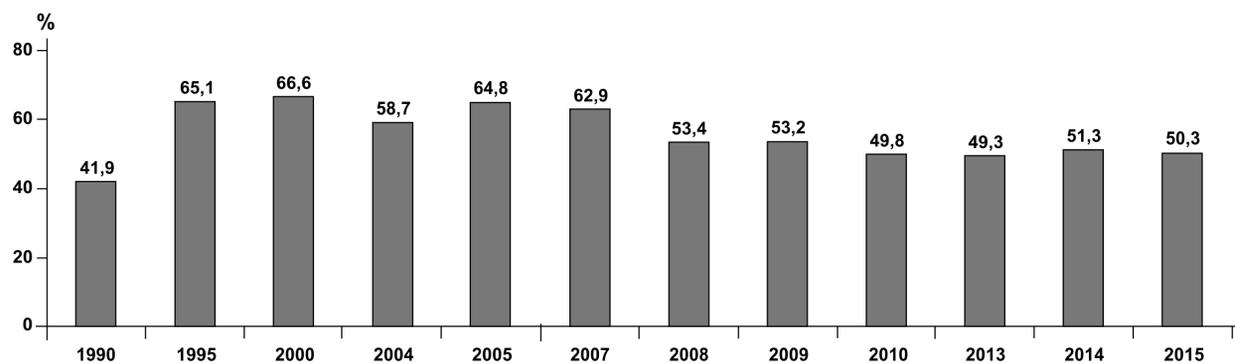


Рис. 2. Доля ручной дуговой сварки (РДС) по наплавленному металлу в 1990-2015 гг., %

ращения выпуска основных видов промышленной продукции (табл. 2), при изготовлении которой широко используется автоматическая и механизированная сварка. По мере стабилизации экономических процессов в стране и росте промышленного производства доля РДС по наплавленному металлу несколько снижается, но по сравнению с экономически развитыми странами остается высокой (табл. 3).

На рис. 3 представлена динамика производства, экспорта, импорта и видимого потребления сварочных электродов на внутреннем рынке. Основные потребности предприятий машиностроения и строительства в электродах удовлетворяются украинскими предприятиями-производителями. На сегодня в Украине реально действуют 14 предприятий по производству сварочных электродов, хотя

в 1990-е и начале 2000-х гг. их количество доходило до ста. Основными производителями среди них являются: ПАО «ПлазмаТек» (Виница), Машзавод «Победа труда» – «Вистек» (Бахмут, Донецкой обл.), ООО «Сумы-электрод», ОЗСМ ИЭС им. Е.О. Патона (Киев), ООО «Галэлектросервис» (Львов), ООО «ИИ Бадм Лтд» (Днепр), ООО «Ганза» (Кривой Рог).

В 2002-2014 гг. украинские предприятия-производители занимают на внутреннем рынке лидирующие позиции, суммарная их доля превышает 90% предложения.

Доля экспорта в общем объеме производства сварочных электродов за 2002-2014 гг. – составляет свыше 20% [2]. Объемы экспорта во многом зависят от экономического состояния основных региональных рынков сбыта продукции. В годы роста

Таблица 1. Доля основных отраслей в общем объеме промышленного производства, %

Отрасль	1990	1995	2000	2005	2008	2010	2012	2013	2014	2015
Энергетика	3.2	11.0	15.2	15.9	17.8	21.3	24.5	24.6	24.6	21,9
Горно-металлургический комплекс	12.1	23.4	29.8	30.4	31.4	28.9	26.5	26.1	27.4	29,6
Машиностроение	30.5	16.0	13.4	12.7	13.3	10.9	10.2	10.0	7.2	6,4
Легкая промышленность	10.8	2.8	1.7	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0,9
Пищевая промышленность	18.6	15.1	17.7	16.3	15.2	18.1	18.2	18.5	21.2	21,8

Таблица 2. Выпуск некоторых видов промышленной продукции

Вид продукции	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Готовый прокат, млн. т	38.6	16.6	22.6	32.2	29.2	31.0	29.3	29.1	23.8	21,3
Стальные трубы, млн. т	6.5	1.6	1.7	2.4	2.0	2.4	2.3	1.8	1.6	1,0
Металлорежущие станки, тыс. шт.	37.0	6.0	1.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.07	0,04
Кузнечно-прессовое оборудование, тыс. шт.	10.9	1.4	0.4	0.1	0.05	0.022	0.051	0.011	0.007	0,008
Сварочное оборудование, тыс. шт.	49.6	18.3	16.2	25.4	16.9	18.1	22.8	18.2	13.0	-
Экскаваторы, тыс. шт.	11.2	2.3	0.2	0.6	0.11	0.12	0.08	0.05	-	0,03
Тракторы, тыс. шт.	106.0	10.4	4.0	5.5	5.2	6.4	5.3	4.3	4.1	4,2
Автомобили, автобусы, тыс. шт.	196.0	67.4	31.9	196.6	82.9	104.4	73.3	50.4	26.8	-
Сборный железобетон, млн. м ³	23.3	5.6	2.0	3.2	1.9	2.3	2.1	2.0	1.9	1,7

Таблица 3. Структура способов дуговой сварки, % (по наплавленному металлу)

Страна	Способ сварки	1965	1975	1985	1995	2000	2005	2012	2015
Западная Европа	- РДС		58	34	18	15	12	8,9	10
	- СО ₂	74	31	56	70	71	75	63,9	56
	- ПП		2	3	6	6,5	6,5	19,1	22
	- АФ		9	7	6	7,5	6,5	8,1	12
США	- РДС		53	42	25	19,5	15	10,3	11
	- СО ₂	71	25	38	54	54	58,5	61,4	56
	- ПП		13	13	19	19	19,5	22,1	23
	- АФ		9	7	7	7,5	7	6,2	10
Япония	- РДС		67	44	22	14	12	7,3	8,8
	- СО ₂	85	20	39	52	54	54,5	49,5	45,9
	- ПП		1	11	25	25	27	35,9	35,1
	- АФ		9	10	7	7	6,5	7,3	10,2
Украина	- РДС	63	52,4	44,9	65,1	66,6	64,8	48,9	50,3
	- СО ₂	9,5	23,7	35	26,5	23,3	16,1	32,5	31,5
	- ПП	0,5	3,2	3,4	0,9	0,5	3,2	1,4	1,3
	- АФ	27	20,7	16,7	7,5	9,6	15,9	17,2	16,9

инская продукция становится более востребованной и конкурентоспособной, что способствует ее экспорту.

С 2002 г. по 2015 г. доля импорта в структуре внутреннего рынка в среднем составляет около 4%, но в отдельные годы эта величина достигала 8,6%.

Динамика экспортно-импортных операций по группе товаров сварочные электроды за 2002–2015 гг. представлена на рис. 4. Объемы экспортных поставок сварочных электродов значительно превышают импортные, что обеспечива-

Примечания: РДС – ручная дуговая сварка, СО₂ – сварка в среде защитных газов, ПП – сварка порошковой проволокой, АФ – автоматическая сварка под флюсом.

ет положительный внешнеторговый баланс по этой группе товаров. Преобладание экспорта в структуре способствует притоку иностранной валюты в Украину, т.о. предприятия-производители электродов способствуют поддержанию курса гривны.

ет положительный внешнеторговый баланс по этой группе товаров. Преобладание экспорта в структуре способствует притоку иностранной валюты в Украину, т.о. предприятия-производители электродов способствуют поддержанию курса гривны.

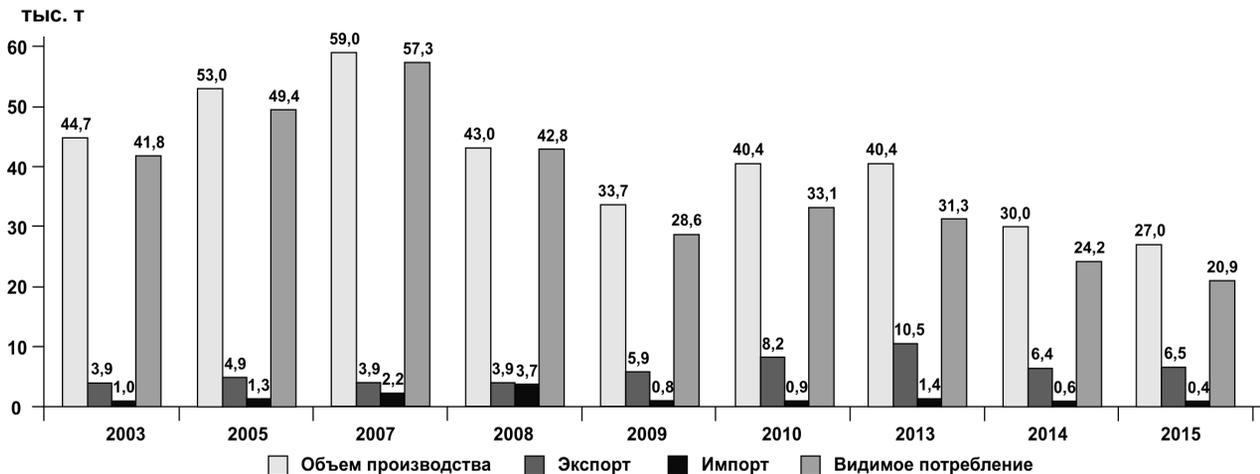


Рис. 3. Рынок сварочных электродов в Украине в 2002-2015 гг.

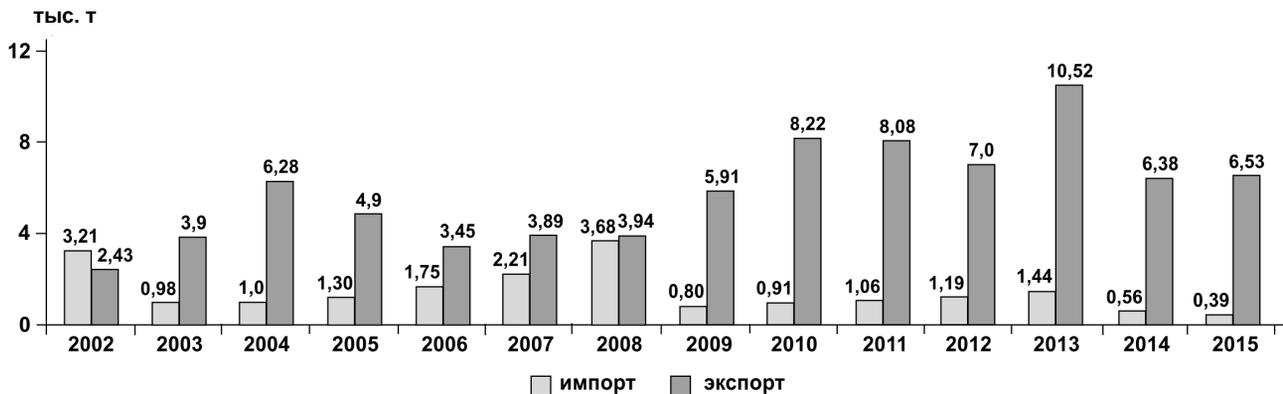


Рис. 4. Динамика экспорта-импорта сварочных электродов за 2002-2015 гг.

Основными региональными объединениями по экспортно-импортным операциям являются страны СНГ и Европейского союза (ЕС). На их долю приходится 70–90% объема экспорта-импорта (рис. 5). Динамика экспортно-импортных операций со странами СНГ и ЕС за 2005–2015 гг. представлена на рис. 6. Внешнеторговый баланс по группе товаров сварочные электроды за указанный период положительный (рис. 7).

Ведущими экспортерами в Украине стали такие предприятия как «ПлазмаТек», «Сумы-электрод»,

«Гефест». На рынки стран СНГ (основного региона экспорта) в основном поставляются электроды общего назначения марок УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, МР-3, АНО-4, АНО-21, АНО-36. Доля специальных электродов относительно невелика: включает четыре марки электродов для сварки высоколегированных сталей ЦЛ-11, ОЗЛ-18, ЭА-400/10У, ЭА-395/9, две марки — для сварки чугуна ЦЧ-4, МНЧ-2 и две марки наплавочных электродов Т-620, Т-590.

Объем импорта из стран СНГ в 2009–2015 гг. значительно сократился в результате импортозаме-

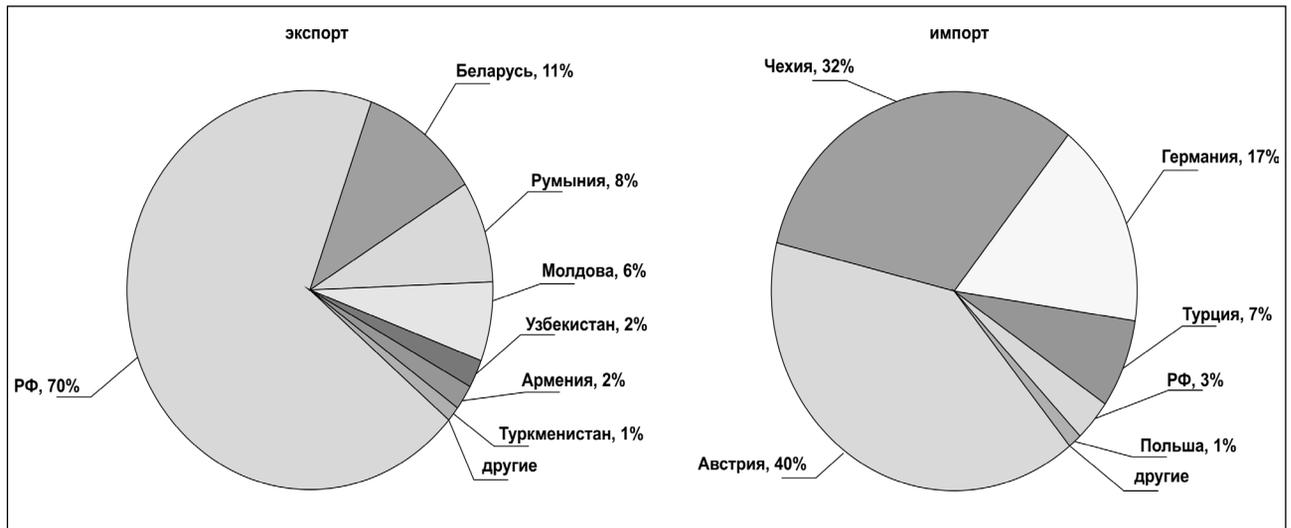


Рис. 5. География экспортно-импортных операций по группе товаров сварочные электроды за 2015 г.

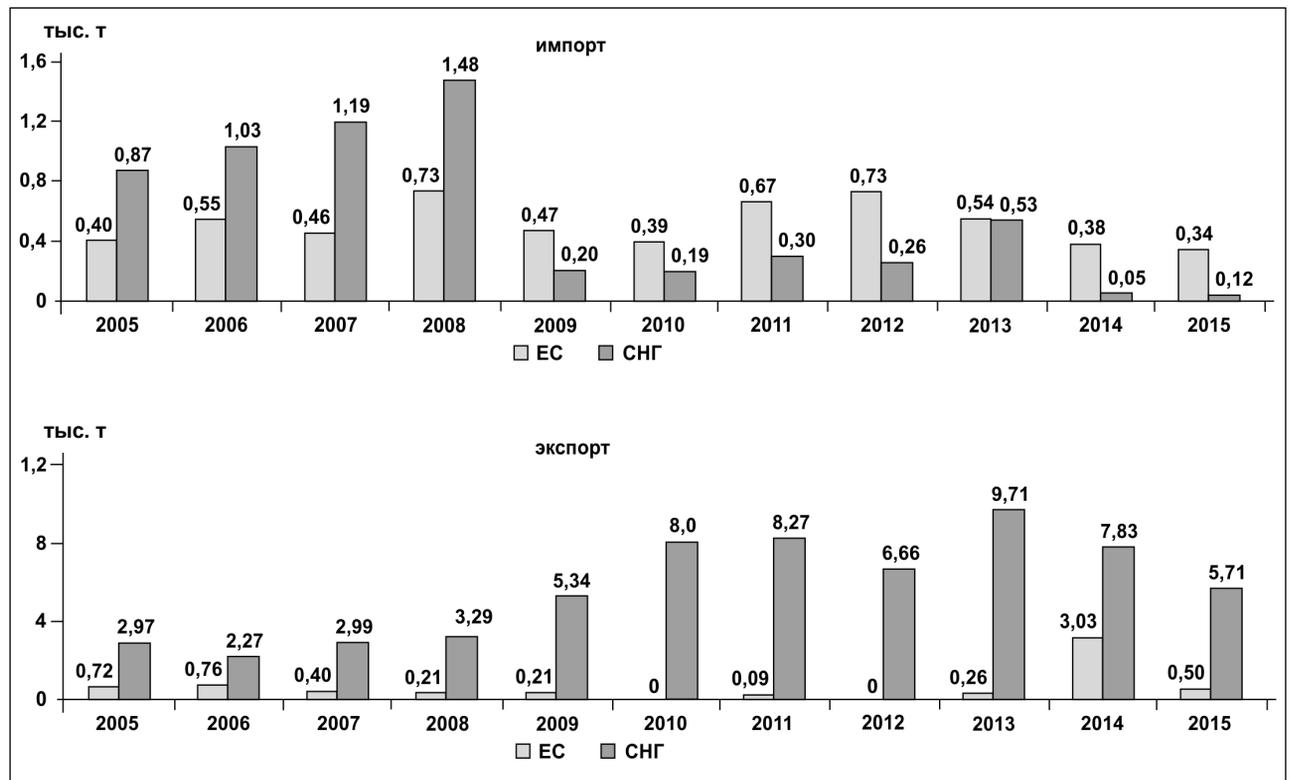


Рис. 6. Динамика экспортно-импортных операций со странами СНГ и ЕС за 2005-2015 гг.

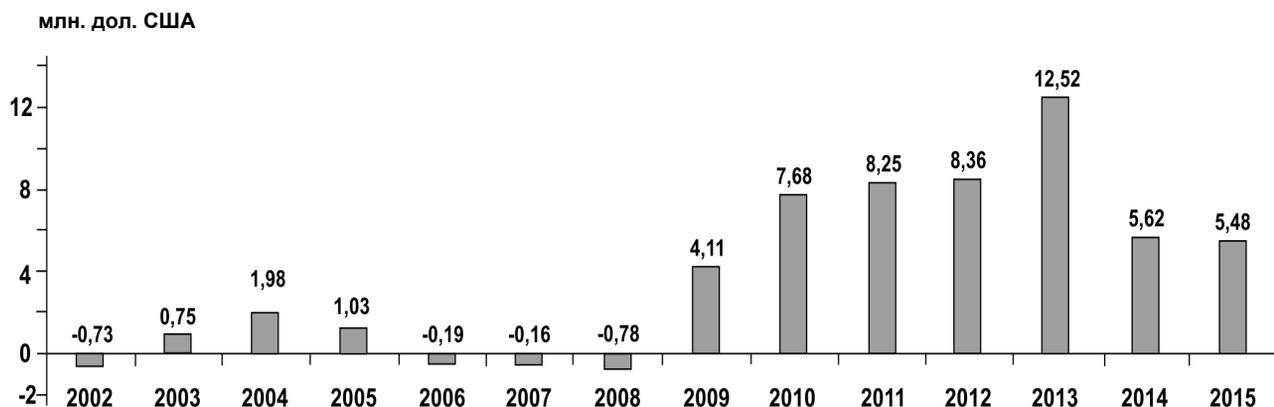


Рис. 7. Внешнеторговый баланс по группе товаров сварочные электроды за 2002-2015 гг.

щения ряда марок сварочных электродов и стал на порядок меньше показателей экспорта. По импорту поставляются в основном электроды специального назначения. На большинстве украинских предприятий освоено производство специальных марок сварочных электродов, и их доля в общем объеме выпуска продукции растет, на некоторых предприятиях она становится доминирующей (ООО «Сумы-электрод»). На ПАО «ПлазмоТек» и ООО «Сумы-электрод» разработаны и запущены в производство ряд марок электродов с рутиловым покрытием для сварки высоколегированных сталей, которые соответствуют лучшим зарубежным аналогам.

За последние годы ведущими предприятиями Украины разработаны и освоены современные марки электродов с рутиловым и основным покрытием, соответствующие по качеству уровню лучших зарубежных марок (АНО-36, Монолит РЦ, МД 6013, Протон Е 6013, УОНИ-13/55 Плазма, Протон Е 6013 и др.).

Основными поставщиками по группе товаров сварочные электроды с 2009 г. являются страны ЕС. Ведущие мировые производители такие как ESAB и BOHLER, поставляют в основном высококачественные электроды для сварки трубопроводов (OK 53.70, OK 74.30, FOX EV 50, FOX PIPE, Phoenix 7018), которые не производятся в Украине, а также электроды для сварки высоколегированных сталей с рутиловым покрытием, имеющим превосходные сварочно-технологические свойства.

Ежегодный рост поставок сварочных электродов из Китая в 2005–2008 гг. составлял 250–600%. После резкого падения объемов продаж сварочных электродов в 2009 г. объемы импортных поставок к 2013 г. почти достигли показателей докризисного периода. Из Китая в основном поставлялись электроды общего назначения типа АНО-21 (по AWS тип Е6013). Однако из-за низкого содержания марганца в наплавленном металле у потребителей имелись претензии к указанным электродам. В последние годы поставки сварочных электродов из Китая практически прекратились.

турецкими фирмами «ASKANYAK» и «GEDIK Welding» осуществлялись поставки сварочных электродов общего назначения с рутиловым и основным покрытием, а также электродов для сварки высоколегированных сталей с рутиловым покрытием, для сварки чугуна и меди. Все они имеют хорошее соотношение качества и стоимости.

Падение объемов промышленного производства в Украине 2014–2015 гг. вследствие политического и экономического кризисов привело к снижению спроса на сварочные электроды и, соответственно, к снижению их импорта из стран ЕС, Турции и Китая.

Приведенные выше данные свидетельствуют, что отечественные производители сварочных электродов не только удовлетворяют потребности внутреннего рынка по основной номенклатуре электродов, но и поставляют продукцию на экспорт, стабильно обеспечивая положительный экспортно-импортный баланс.

Литература:

1. Экономико-статистический обзор сварочного производства и рынка сварочной техники Украины в 1990–2014. – К.: Изд-во ИЭС им. Е.О. Патона, 2015. – 75 с.
2. Внешнеэкономическая деятельность Украины в 2002–2015 гг. (сварочные материалы и оборудование). – К.: Изд-во ИЭС им. Е.О. Патона, 2016. – 35 с.

Регулятор сварочного тока РДЭ - 251 УЗ.1: низкое энергопотребление высокое качество сварных соединений

Регулятор сварочного тока РДЭ-251УЗ.1 предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами диаметром 2,0–5,0 мм металлоконструкций из черных металлов и легированных сталей.

Питание регулятора — от вторичной цепи сварочного выпрямителя или от магистрального шинпровода многопостовой системы с жесткой внешней вольт-амперной характеристикой с номинальным напряжением холостого хода от 60 до 85 В.

Регулятор выполнен с использованием достижений современной силовой электроники, что позволило обеспечить высокие сварочно-технологические свойства регулятора, надежность и экономичность работы.



Технические характеристики

Параметр	Значение
Номинальный сварочный ток, А	250
Пределы регулирования сварочного тока, А	20–265
Продолжительность нагрузки (ПН) при длительности цикла T _ц = 5 мин, %:	
при сварочном токе 160 А	100
200 А	80
250 А	60
Пределы регулирования длительности импульсов (пауз) сварочного тока в режиме сварки модулированным током, с	0,10–0,90
Пределы длительности стартового импульса сварочного тока, с	0,5–1,5
Коэффициент полезного действия (КПД), не менее, %	82
Степень защиты	IP22
Габаритные размеры, не более, мм	576 x 281 x 356
Масса, не более, кг	25,8

Регулятор сварочного тока РДЭ-251 УЗ.1 обеспечивает:

- высокую стабильность параметров режима сварки при воздействии внешних возмущений (колебаний напряжения питания, изменений длины сварочной дуги и т.п.);
- программирование параметров цикла сварки, в том числе предварительную установку значений сварочного тока;

- режимы сварки модулированным током, что значительно расширяет технологические возможности, повышает качество сварных соединений, упрощает технику сварки, особенно в пространственных положениях сварных швов, отличных от нижнего, существенно уменьшает расход электродов, предназначенных для сварки аустенитных сталей, сокращает время подготовки сварщиков для выполнения особо ответственных соединений;
- стабильный провар и качественное формирование обратного валика при сварке корневых швов неповоротных стыков трубопроводов из низколегированных и высоколегированных сталей;
- коррекцию внешних вольт-амперных характеристик в зависимости от длины проводов сварочной цепи;
- отсутствие взаимного влияния регуляторов друг на друга при их одновременной работе в составе многопостовой системы;
- низкое энергопотребление и высокий КПД.

Для питания регулятора могут быть использованы многопостовые выпрямители типа ВДМ, ВКСМ, ВМГ-5000, однопостовые выпрямители типа ВС-300Б, ВС-400, ВС-632, любые другие с аналогичными характеристиками.

● #1666

**За информацией о поставке регулятора РДЭ-251 УЗ.1
Вы можете обратиться:**

в ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ
Тел./факс: +38 (044) 287-10-66,
тел.: +38 (044) 289-16-43, 287-30-78
E-mail: techno@paton.kiev.ua

НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ
Тел./факс: +38 (044) 287-55-29
E-mail: Proskudin@ntk.in.ua, office@stc-paton.com
www.stc-paton.com

Підготовка зварювального виробництва як основа створення безпечних конкурентоздатних конструкцій машинобудування

Ю. К. Бондаренко, к.т.н., Ю. В. Логінова, К. О. Артюх, ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАНУ (Київ)

Сучасна світова промисловість налічує не одну сотню компаній, що спеціалізуються на виробництві продукції для зварювання та конструкцій. Більшість компаній, що виробляють зварювальне обладнання та матеріали, знаходять доцільним диверсифікувати своє виробництво і не обмежуватися однією лише зварювальною продукцією, направивши частину ресурсів на виробництво суміжної, а іноді й зовсім не пов'язаної зі зварюванням продукції. Досить часто власне зварювальне виробництво стає стороннім, «непрофільним» виробничим підрозділом. Такий розподіл коштів по різних виробничих завданням дозволяє компаніям отримати захист від коливань попиту на весь спектр різномірної продукції, що випускається її підрозділами.

В умовах глобалізації світової економіки і посилення міжнародної та національної конкуренції дуже значущим завданням для будь-якої компанії стає підвищення конкурентоспроможності: володіння міцною конкурентною позицією. Це є вирішальним чинником, здатним привести компанію до успіху. Тому сьогодні спостерігається пильна увага керівників до маркетингових інструментів, якісного менеджменту, бізнес-інформації. Одним з таких інструментів є конкурентні розвідка та діагностика, які дозволяють мінімізувати тимчасові витрати, підвищити ефективність та якість роботи як окремих служб, так і компанії в цілому, і в кінцевому рахунку забезпечити компанію перевагами та зменшити ризик при експлуатації зварних конструкцій, НК (неруйнівний контроль) і ТД (технічна діагностика).

Метою даного аналізу є розробка практичних рекомендацій для зварювального виробництва з використання інструментів системи управління якістю у конкурентній розвідці та діагностиці в компанії для підвищення конкурентоспроможності, ефективності діяльності та стратегічної стійкості, враховуючи нові стандарти ISO 9001:2015, BS65000:2014 [1, 3].

Дані технології призначені для підвищення конкурентоспроможності компанії. Аналіз розраховано як на власників бізнесу, так і на співробітників, які зацікавлені в розвитку машинобудування на ринку України. А також для тих, хто хоче дізнатися про ос-

новні вигоди використання системи менеджменту для зварювального виробництва та його життєздатності.

У найпершу чергу зварювальне виробництво має дбати не про спрощення та зниження собівартості свого виробництва, а про необхідність зробити обладнання і конструкції максимально простими в обігу, доступними за ціною для збуту та про збільшення товарообігу на складах своїх дистрибуційних центрів.

Нову структуру стандарту ISO 9001:2015 розробили у відповідності до додатку SL директиви ISO/IEC Directives, Part 1. «Consolidated ISO Supplement 2013» (раніше ISO Guide 83), що називається «структурою високого рівня» – уніфіковану для всіх стандартів, які встановлюють вимоги до системи управління з різних аспектів (екологічні, інформаційної безпеки та ін.) (рис. 1).

«Структура високого рівня» визначає, щоб зміст стандарту вкладався у десять розділів:

1. область застосування;
2. нормативні посилання;
3. терміни та визначення;
4. контекст організації;
5. лідерство;
6. планування;
7. засоби забезпечення («допоміжні процеси»);
8. організація функціонування («основна діяльність»);
9. оцінка результатів;
10. поліпшення.

Принципи управління якістю є наступними [2]:

- орієнтація на замовника;
- лідерство;
- задіяність персоналу;
- процесний підхід;
- поліпшення;
- прийняття рішень на підставі фактичних даних;
- керування взаємовідносинами.

«Структура високого рівня» містить замкнутий управлінський цикл, тому експерти ISO/TC176 фактично перекомпонували чинну версію ISO 9001:2008 у нову структуру.

Нова версія стандарту була опублікована у 2015 році. Термін впровадження – три роки.

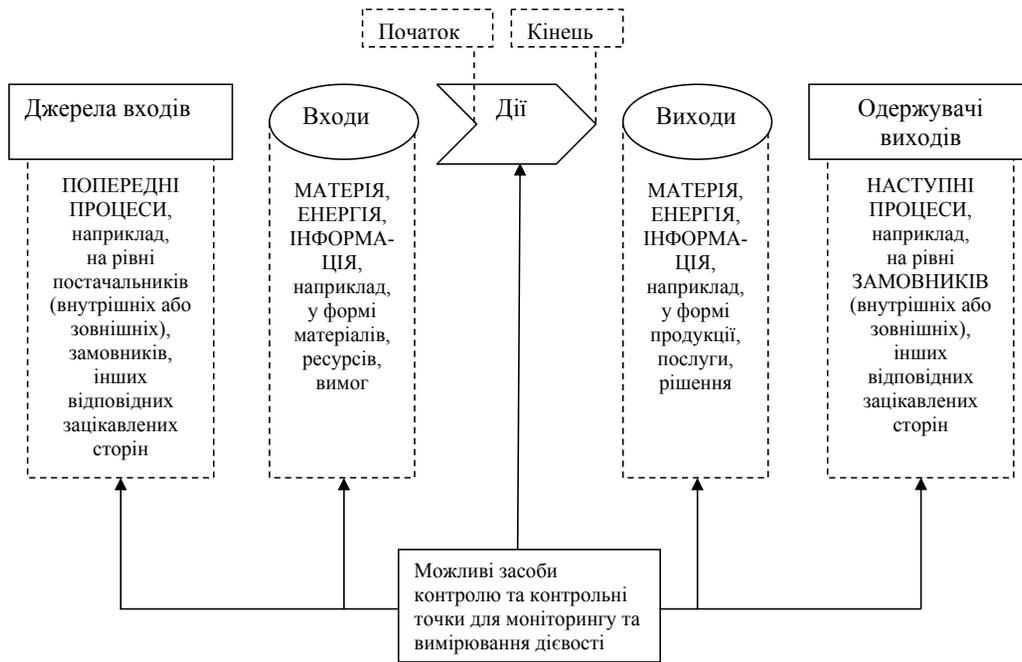


Рис. 1. Схематичне зображення елементів одиничного процесу [1]

Розглянемо всі десять розділів структури міжнародного стандарту ISO 9001:2015.

1. Область застосування. Майже повторює р. 1.1 «Загальні положення» старого стандарту ISO 9001:2008.

2. Нормативні посилання. Стандарт посилається на ISO 9000.

3. Терміни та визначення. З метою розгляду стандарту наведено кілька термінів, які визначені ISO 9000:2005, але є й нові, наприклад «Аутсорсінг», «Ризики».

4. Контекст організації. Розуміння організації, включаючи дослідження потреб і очікувань зацікавлених сторін (не лише споживача), займає центральне місце в підтримці ведення бізнесу. Організація повинна визначити зовнішні та внутрішні питання, які мають відношення до її мети та стратегічного напрямку.

Практика показала, що в багатьох випадках керівництвом підприємств стандарт сприймався як додаткова гілка в системі управління і відсутність діагностики результатів. Новий стандарт засновано на тому, що система управління якістю повинна органічно вписуватися в загальну систему управління, будуватися за єдиними принципами та мотивувати керівника використовувати стандарт для поліпшення управління організацією в цілому та її життєздатності.

Процесний підхід залишається ключовою концепцією побудови системи управління (п. 4.2.2.), більше того в новій версії стандарту цю тезу посилено [1].

Розуміння та керування взаємопов'язаними процесами, як системою, сприяє організації в результативному та ефективному досягненні запланованих результатів. Цей підхід дає змогу організації контролювати

взаємозв'язки та взаємозалежності процесів системи задля підвищення своєї загальної дієвості. Процесний підхід передбачає систематичне визначення процесів, їх взаємодій і керування ними з тим, щоб досягати запланованих результатів відповідно до політики у сфері якості та стратегічного напрямку організації. Керування процесами та системою в цілому може бути досягнуто завдяки використанню циклу PDCA (див. 0.3.2) за загальної зосередженості на ризик-орієнтованому мисленні (див. 0.3.3), націленому на використання можливостей і запобігання небажаним результатам [1].

Застосування процесного підходу в межах системи управління якістю уможливорює:

- а) розуміння та постійне задоволення вимог;
- б) розгляд процесів з погляду створення додаткових цінностей;
- в) досягнення результативного функціонування процесів;
- г) поліпшення процесів на основі оцінювання даних та інформації.

Схематичне зображення будь-якого процесу та взаємодія його елементів наведені на рис. 1. Контрольні точки моніторингу та вимірювання, необхідні для контролю, специфічні для кожного процесу та змінюватимуться залежно від пов'язаних з ним ризиків.

Крім повторення п. 4.1. чинної версії в стандарті передбачено нові підпункти з термінами «ризик», «показник результативності» та ін.

За версією нового стандарту згідно п. 4.3 запропоновано можливість безпосередньо організації самій приймати рішення щодо можливості вилучення вимог розділів стандарту.

Практика впровадження стандарту ISO 9001 має численні приклади формального ставлення керівництва. Частина рішень цього питання передається на

нижчі рівні управління (служба якості) без належних повноважень і підтримки з боку керівництва [4].

У новій версії міжнародного стандарту 2015 р. визначено, що «лідери» забезпечують інтеграцію вимоги системи управління якістю в загальну бізнес-практику організації.

Розділ 6.1 «заходи по зниженню ризиків і їх можливостей» є абсолютним нововведенням версії стандарту. Застосування до пункту 6.1.2 говорить: «Варіанти заходів щодо зниження ризиків і можливостей» можуть включати в себе: уникнення ризику; взяття ризику під контроль; усунення джерела ризику; зміна ймовірності виникнення ризику і його наслідків, прийняття обґрунтованого рішення за ризиком.

Це вилучає процес з чинного стандарту «запобіжні дії». Нормативна база: ISO Guide 73:2009 «Менеджмент ризиків. Словник»; Серія стандартів ISO 31000 «Менеджмент ризиків»; метод FMEA (аналіз наслідків відмов).

Інфраструктура, довкілля, контроль пристроїв для вимірювання та моніторингу, управління знаннями в організації, документування інформації мають бути визначені, впроваджені та підтримувані.

Відзначимо, що «управління знаннями організації» відходить від усталеного підходу організації до знання і вміння окремих фахівців. Важливими є купити знання «уміння всього колективу», учасників проєктів, де один доповнює іншого.

Стандарт представив нове поняття «документована інформація» (замість п. 4.2. чинної версії стандарту), що визначається як «інформація, а також носій на якому вона міститься і яка повинна контролюватися і управлятися організацією».

Замість звичного п. 7.4 «Закупівлі» з'являється п. 8.4 «Управління зовнішнім забезпеченням товарами та послугами», який встановлює вимоги до зовнішніх постачальників і містить вимоги з аутсорсингу.

Оперативне планування передбачає «дії для ідентифікації та усунення ризиків з досягненням товарів та послуг встановленим вимогам».

Деякі незначні зміни зроблено в розділі «Випуск продукції».

Нові вимоги — це необхідність наявності «документованої інформації, яка описує характеристики товарів та послуг» та «документованої інформації, дії, які виконуються та досягнуті результати». Діяльність після поставки розглядається окремо від виробництва зварних конструкцій та надання технічних послуг.

Контроль змін, випуск конструкцій та технічні послуги, а також управління невідповідними виробами і технічними послугами розглядаються в кінці розділу.

Розділ «Оцінка результатів» перекликається з вимогами чинної версії. «Оцінка» підсилює вимоги

до моніторингу та вимірювань. Відсутня згадка про застосування статистичних методів, але включено вимоги щодо визначення методів моніторингу, вимірювання, аналізу та оцінки для отримання обґрунтованих результатів діагностики.

Внутрішні аудити і аналіз з боку керівництва є частиною розділу з оцінки результативності.

Запропоновано використання терміну «поліпшення» замість «постійне поліпшення», адже «поліпшення» є основною метою організації. Відсутня згадка про запобіжні дії, тому що система управління якістю передбачає виявлення ризиків. Стандарт вимагає від організації розгляду і реакції на невідповідності (дефекти). Якщо необхідно попередити повторне виникнення невідповідностей, то необхідно знайти їх причину за допомогою НК і ТД.

На сайті Британського інституту стандартів (BSI) 27 листопада 2014 р. опубліковано стандарт BS65000:2014 із забезпечення життєздатності організацій [3].

Стійкість / життєздатність (resilience) має ключове значення для виживання і процвітання будь-якої організації. Але що саме розуміється під «життєздатністю» і як її можна підвищити?

Новий стандарт BS65000:2014 забезпечує ясність в цьому питанні і містить рекомендації, щодо характеру стійкості / життєздатності та способи її забезпечення і зміцнення підприємства.

Стандарт BS65000 визначає життєздатність організації як здатність заздалегідь передбачити події, підготуватися, реагувати і адаптуватися до них — як до раптових ударів, так і до поступових змін. Життєздатність означає здатність адаптуватися, конкурентоспроможність, поворотність і стійкість та використання діагностики.

Одним із способів підвищення життєздатності є інтеграція і координація різних оперативних напрямків діяльності підприємства, тому BS65000 спирається на інші стандарти, що стосуються цих напрямків. Більшість організацій діє в рамках складної мережі взаємодій.

Стандарт визнає ключове значення підвищення життєздатності не тільки самої організації, але і в рамках мережі її взаємин та партнерства з іншими організаціями.

Використовуючи узгоджену термінологію, стандарт BS65000:

- роз'яснює поняття «життєздатності»;
- виділяє основні компоненти життєздатності;
- допомагає організації вимірювати рівень її життєздатності та підвищувати його;
- вказує на хорошу практику, що склалася в інших дисциплінах і описану в існуючих стандартах.

Стандарт BS65000 стане дуже цінним інструментом для тих, хто відповідає за забезпечення життєздатності своїх організацій. До їх числа входять фахівці з управління ризиками, з забезпечення безперервності ділової діяльності, а також особи, які

займаються стратегічним управлінням, менеджментом надзвичайних ситуацій та управлінням ланцюгами поставок шляхом діагностики та моніторингу (рис. 2).

Із викладеного вище можливо зробити наступні висновки.

1. Стандарт базується на принципах управління якістю, описаних в ISO 9000. Описи охоплюють виклад кожного принципу, обґрунтовують важливість цього принципу для організації, наводять деякі приклади вигод, пов'язаних з принципом, а також приклади типових дій для поліпшення дієвості організації під час застосування принципу.

2. Режим переходу до нової версії стандарту встановлено Міжнародним форумом з акредитації (IAF) з терміном три роки.

3. Для перепідготовки персоналу з систем управління якістю в державній системі пропонується наступне [4, 5]:

- ввести в курс перепідготовки тему «Порівняльний аналіз старої версії стандарту ISO 9001 із новою версією»;
- розширити тему: «Процесний підхід. Застосування»;
- ввести до плану курсу нову тему «Управління ризиками»;
- розширити тему «Застосування методів моніторингу та вимірювання, в тому числі статистичних методів»;
- методи забезпечення життєздатності підприємства шляхом застосування моніторингу та діагностики [6].

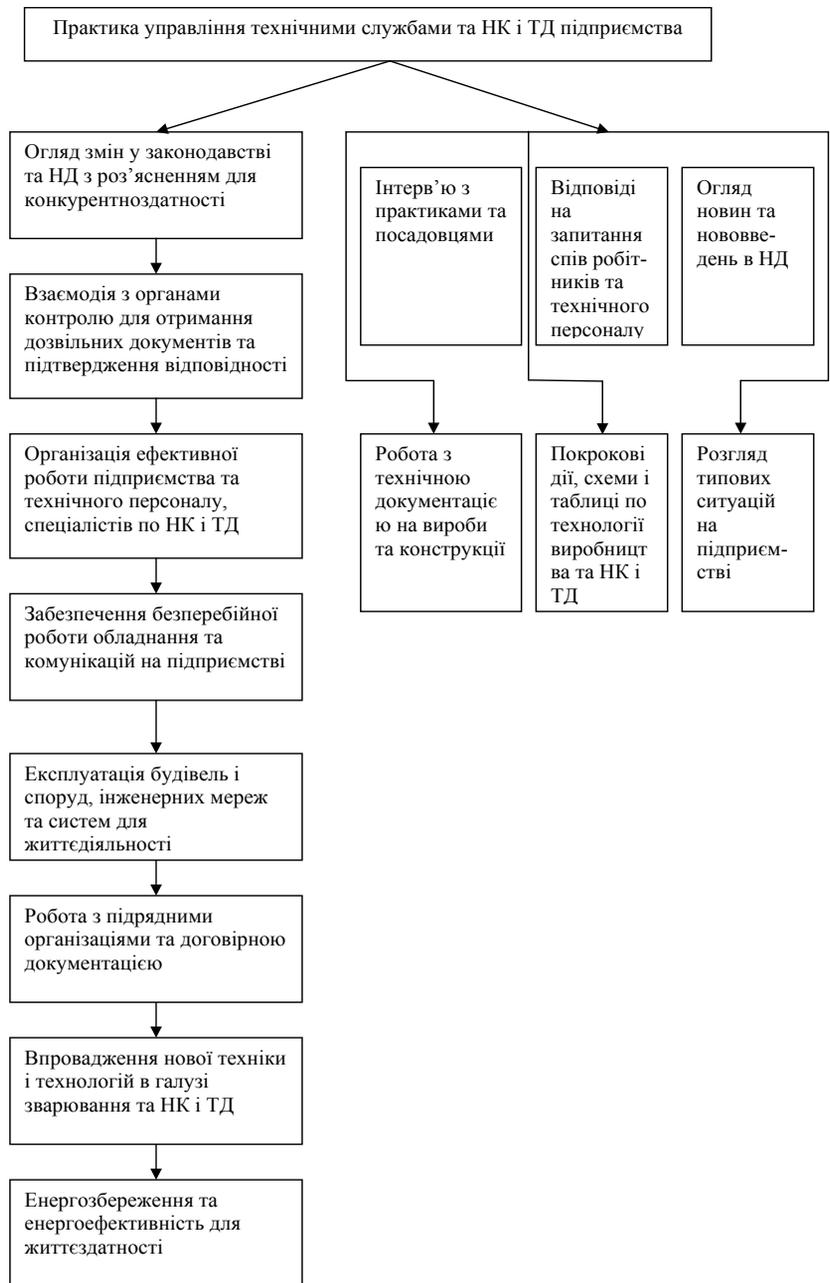


Рис. 2. Проектний підхід у роботі технічних керівників підприємства по виробництву та контролю зварних конструкцій

Література:

1. Стандарт ISO 9001:2015.
2. Чайка И.И. Стандарт ISO 9001:2015. Что нас ожидает? // Стандарты и качество.— 2014.— № 6.— С. 60–63.
3. BS65000:2014 «Настанови щодо забезпечення життєздатності організації» (Guidance on organizational resilience).
4. Бондаренко Ю.К., Артюх К.О., Логінова Ю.В. Проблеми розвитку системи менеджменту зварювального виробництва конструкцій. (Огляд) // Матеріали 15-й Международ. научно-практ. конф. «Качество, стандартизация, контроль, теория и практика». – Одесса, 2016 – С. 17–22.
5. Бондаренко Ю.К., Білокур І.П., Медведєва Н.А. «Диагностика и мониторинг технического состояния сварных трубопроводов для оценки соответствия нормативным документам» // Матер. 15-й Международ. научно-практ. конф. «Качество, стандартизация, контроль, теория и практика». – Одесса, 2016 – С. 19–28.
6. Потап'євський А.Г., Бондаренко Ю.К., Логінова Ю.В., Артюх К.О. Технологічне управління якістю та експлуатаційними властивостями виробів у зварювальному виробництві. // «Техническая диагностика и неразрушающий контроль». – 2016. – № 4. – С. 56–61.

Аппараты для реализации новых технологий.

К 100 - летию со дня рождения В.Е. Патона

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



С именем крупнейшего конструктора сварочного оборудования Владимира Евгеньевича Патона связаны успехи развития автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом, в углекислом и инертных газах, плазменной, микроплазменной и электрошлаковой сварки. Многие образцы сварочной техники, спроектированные им лично или под его руководством, явились весомым вкладом в научно-технический прогресс, опередили и превзошли мировой уровень.

Владимир Евгеньевич Патон родился 18 марта 1917 г. в семье профессора Киевского политехнического института (КПИ), выдающегося ученого Евгения Оскаровича Патона и Натальи Викторовны Будде. Еще с детства Владимир увлекался техникой. Заканчивать высшее образование ему пришлось в первый год Великой Отечественной войны в Уральском индустриальном институте им. С.М. Кирова по специальности «Технология машиностроения» (Свердловск – Екатеринбург), а затем работать инженером-технологом на Ново-тагильском металлургическом заводе.

На Урал, в Нижний Тагил в сентябре 1941 г. был эвакуирован и размещен на территории «Уралвагонзавода» Институт электросварки. Под руководством Е.О. Патона развернулись работы по созданию автоматической сварки танков и др. вооружений.

Вскоре сюда же прибыли из Харькова создатели Т-34 – лучшего среднего танка Второй мировой войны. Вагоностроительный завод перевели в г. Барнаул, а 618 вагонов с оборудованием «Харьковского паровозостроительного завода № 183 им. Коминтерна» и заготовками танков разместили на его территории. Харьковский завод в Нижнем Тагиле под названием «Уральский танковый завод им. Коминтерна» положил начало танкостроению на Урале.

Основной проблемой в работе завода была авто-

матическая сварка бронекорпусов танков. К концу 1941 г. начальник технологического отдела Института электросварки В.И. Дятлов и инженер харьковского завода А.Б. Иванов впервые в мире разработали технологию автоматической сварки высокопрочных закаленных броневых сталей, а в конструкторском отделе П.И. Севбо началось проектирование специальных аппаратов для автоматической сварки узлов танков. В 1943 г. к конструированию этой аппаратуры приступил и младший научный сотрудник В.Е. Патон. Замена ручной сварки на автоматическую в десять раз ускорила производство бронеконструкций.

Уже в 1943 г. Евгений Оскарович Патон поставил задачу конверсии военной технологии на «гражданскую» – создать высокоэффективную аппаратуру и технологии для механизации сварочных работ в народном хозяйстве страны. 9 июня 1947 г. Совет Министров СССР по проекту, разработанному Е.О. Патоном, принял постановление «О расширении применения в промышленности автоматической электросварки под слоем флюса», согласно которому в ближайшие полтора года необходимо было ввести в эксплуатацию 670 сварочных автоматов на 111 заводах страны. В.Е. Патон руководил конструкторскими работами по созданию как универсальных сварочных аппаратов (тракторов и шланговых полуавтоматов), так и специализированных установок для поточного производства однотипных изделий. Ему поручалось выполнение самых трудных задач, без которых невозможно было бы реализовать новые технологии. Среди них – проблема автоматической сварки под флюсом швов, расположенных на вертикальной и наклонной плоскостях. В 1948 г. Г.З. Волошкевичем впервые в мире была создана технология, а В.Е. Патоном разработаны устройства для принудительного формирования металла сварочной ванны и системы перемещения последних по изделию. Один из его аппаратов получил название магнитошагающего. Эта работа ИЭС им. Е.О. Патона позволила решить проблему автоматической сварки монтажных швов при сооружении доменных печей, резервуаров и др.

объемных конструкций. В 1951-1953 гг. данная технология была применена при сооружении крупнейшего в Европе моста через р. Днепр в г. Киеве. Мост признан уникальной конструкцией века.

В те же годы В.Е. Патон участвовал в создании поточных линий для производства труб, вагонеток, цистерн и др. Для скоростной сварки он разработал конструкцию головок с подачей двух и более электродов, головок для сварки расщепленной дугой.

Особую известность принесла Владимиру Евгеньевичу серия универсальных сварочных аппаратов нового класса, способных свободно перемещаться по изделию без направляющих. В 1948 г. В.Е. Патон разработал для дуговой автоматической сварки под слоем флюса одномоторный универсальный сварочный автомат-трактор ТС-17, который не имел аналогов в отечественной и зарубежной технике. Тысячи экземпляров ТС-17 выпускали несколько десятилетий, его модифицированные конструкции применяют до настоящего времени для сварки конструкций из стали, алюминия, меди, титана и их сплавов. Применение аппарата ТС-17 для сварки кольцевых швов при строительстве газопровода Дашава-Киев-Брянск-Москва значительно ускорило подачу украинского газа в ряд областей РСФСР. В 1949 г. за участие в работах по коренному усовершенствованию методов строительства магистральных трубопроводов конструктор сварочного оборудования В.Е. Патон был удостоен Сталинской премии 1-ой степени.

Двухмоторные трактора типа ТС-35 для сварки и наплавки серийно изготавливались более 20 лет. В судостроении для односторонней автоматиче-

ской сварки под слоем флюса полотниц толщиной 6-20 мм с формированием корня шва на движущемся водоохлаждаемом медном ползуне применялись трактора ТС-32 и ТС-44. Для сварки полотниц толщиной до 100 мм были разработаны двухдуговые трактора ТС-38 и ТС-58. При изготовлении алюминиевых цистерн для перевозки и хранения ракетного топлива использовались созданные в ИЭС им. Е.О. Патона впервые в мире способ сварки по фтористому флюсу (Д.М. Рабкин) и трактор ТС-56 (В.Е. Патон).

В 1948 г. в ИЭС им. Е.О. Патона создана технология дуговой сварки под флюсом тонкой электродной проволокой диаметром 1-3 мм (Б.Е. Патон, Д.А. Дудко, П.Г. Гребельник), для реализации которой В.Е. Патон спроектировал шланговый полуавтомат. Производительность сварки коротких, в т. ч. и криволинейных швов, увеличилась в несколько раз.

В 1949 г. впервые в мире был создан новый вид сварки – электрошлаковая сварка (ЭШС) (Г.З. Волошкевич, Б.Е. Патон). Под руководством В.Е. Патона в течение нескольких лет создавались новые аппараты – для сварки плавящимся мундштуком, пластинчатым электродом, несколькими электродами, дубли аппараты (В.Г. Пичак, М.Г. Бельфор и др.). В содружестве с рядом заводов была разработана технология сварки за один проход изделий из заготовок теоретически неограниченной толщины. Создание ЭШС коренным образом изменило стратегию мирового развития тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения. Уже в 1950 г. ЭШС внедрили на 16 крупных машиностроительных заводах страны. За короткое время было организовано производство мощных прессов и гидротурбин, атомных реакторов, кораблей, прокатных станов, котлов из специальных сталей, алюминия, титана, меди и их сплавов.

Внедрение разработок Института в 1944-1950-х гг. в несколько раз снизило себестоимость, трудоемкость и энергоемкость сварочного производства. В значительной степени благодаря работам ИЭС им. Е.О. Патона СССР по темпам возрождения промышленного потенциала опередил все страны. Объем производства сварных конструкций в СССР в 1958 г. составлял 5,9 млн т, внедрение сварки под флюсом позволило высвободить для других отраслей производства свыше 30 тыс. квалифицированных рабочих.



У нового аппарата, созданного специально для установки на робот. Слева направо: Ф.Н. Киселевский, Б.Е. Патон, В.Е. Патон, В.А. Тимченко

В 1951 г. В.Е. Патон защитил кандидатскую диссертацию.

Во второй половине XX века сварка безальтернативно стала ведущей технологией соединения. В решении проблем научно-технического прогресса ИЭС им. Е.О. Патона не имел равных. От удачных конструкторских работ зависела судьба фундаментальных исследований и технологических разработок.

Сформированный В.Е. Патоном коллектив: М.Г. Бельфор, В.Ф. Всеволодский, М.Ф. Зевакин, В.Д. Ковалев, В.А. Котов, В.Г. Пичак, С.И. Притула, Ю.И. Сапрыкин, К.А. Сидоренко, В.Б. Смолярко, В.В. Стесин, А.Н. Шаровольский, И.В. Ющенко (и др.) – был способен решать любые технологические и конструкторские задачи. Его ученики возглавляли вновь создаваемые отделы. Творческие контакты с учеными и технологами Д.А. Дудко, Г.З. Волошкевичем, Н.М. Воропаем, В.С. Гвоздецким, В.А. Ковтуненко, А.И. Коренным, Б.Ф. Лебедевым, И.И. Сущук-Слюсаренко, А.Г. Потапьевским, И.К. Походней, Б.А. Стебловским, В.И. Терещенко, Б.И. Шнайдером, Ю.А. Юзвенко, Г.С. Якимишиным и др., по заказу которых разрабатывалось и внедрялось оборудование, способствовали усовершенствованию и успешному продвижению новой техники.

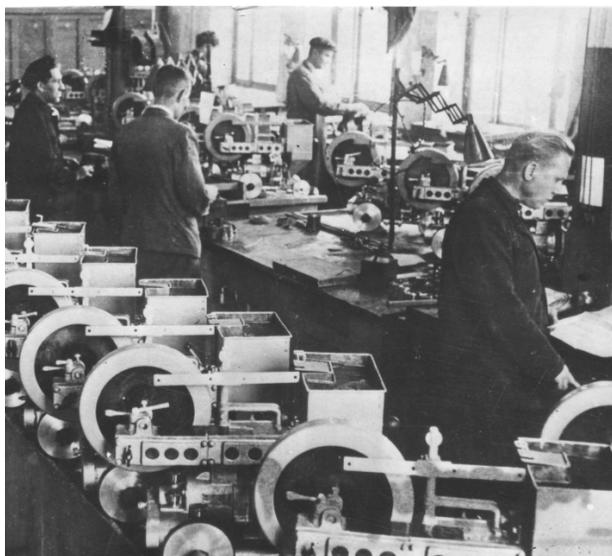
В 1949 г. благодаря исследованиям Б.Е. Патона было установлено, что металл шва при ЭШС превосходит по свойствам основной металл. Впервые в мире были выплавлены слитки металла особой чистоты и развернулись работы по использованию сварочных источников нагрева для металлургиче-

ских технологий (под руководством Б.Е. Патона). Авторами первой статьи, в которой сообщалось о принципиально новом виде металлургического процесса – электрошлаковом переплаве, были Б.Е. Патон, Б.И. Медовар, В.Е. Патон. На протяжении многих лет В.Е. Патоном и его сотрудниками усовершенствовалась и внедрялась новая металлургическая техника. Были сконструированы промышленные установки для получения слитков неограниченной массы. Возник принципиально новый вид металлургии – электрошлаковый переплав – первый из Специальной электрометаллургии.

С 1950 г. в отделе В.Е. Патона и др. подразделениях ИЭС, начали разрабатывать сварочное оборудование для дуговых видов сварки в углекислом и инертных газах, в т.ч. для аргонодуговой плавящимся и вольфрамовым электродами, плазменной на переменном токе, микроплазменной. Новые конструктивные решения потребовались и при создании оборудования для сварки и наплавки легированных сталей и цветных металлов в защитных газах. В конструкторских и технологических отделах, которые В.Е. Патон курировал как заместитель директора ОКТБ ИЭС, В.Я. Дубовецким, А.А. Можухиным, В.Ф. Мошкиным и др. разрабатывалось новейшее оборудование. Аппаратами, созданными под руководством В.Е. Патона удавалось сваривать любые конструкционные металлы, выполнять различные виды соединений толщиной от долей до сотен миллиметров. Были созданы накладные защитные камеры для сварки изделий из титана, установки для изготовления криогенной техники и минитрактора для сварки сложных узлов кораб-



Директор Института электросварки академик Е.О. Патон и ведущий конструктор электросварочного оборудования В.Е. Патон, 1951 г.



Производство сварочных тракторов ТС-17, 1949 г.

лей и мостов, разъемные головки для орбитальной сварки телевизионных башен. Московский мост через р. Днепр и телевизионная вышка в Киеве – конструкции из высокопрочной стали, атомные реакторы, плакированные коррозионностойкой сталью и многие др. уникальные конструкции, выполнены с применением аппаратов В.Е. Патона, часто при его непосредственном участии.

В 1950-60-е гг. впервые в мире в ИЭС совместно с НИИ, КБ и предприятиями ракетно-космической отрасли созданы комплексы оборудования и технологии изготовления конструкций из алюминиевых и титановых сплавов с применением: дуговой и плазменной сварки в инертных газах (С.М. Гуревич, Д.М. Рабкин, Б.А. Стебловский, А.Н. Корниенко, В.П. Будник и др.); двигателей из жаропрочных сплавов (А.М. Макара, А.Е. Аснис, Б.Н. Кушниренко, М.М. Савицкий). ИЭС им. Е.О. Патона обеспечил ампулизацию ракет – время нахождения на боевом дежурстве превысило заданное в несколько раз. Патоновские аппараты внедрены в производство ракет и космических аппаратов С.П. Королева, М.К. Ягеля, В.Н. Челомея и др. Вершиной ракетно-космической техники является серийное производство созданных в КБ «Южное» межконтинентальной ракеты с ядерными боеголовками РС-20 «Сатана» и, в комплексе с ней, боевого ракетного железнодорожного поезда «Скальпель», до настоящего времени непревзойденных по боевым качествам. В 1975 г. В.Е. Патон разработана уникальная горелка с подвижным неплавящимся электродом для гелиеодуговой сварки конструкций орбитального самолета «Буря». Плазмотроны для сварки на переменном токе, созданные впервые в мире, были внедрены при производстве топливных баков ракет-носителей; оригинальный «пистолет» для сварки дугой, вращающейся в магнитном поле – при изготовлении теплообменных аппаратов. Под руководством Владимира Евгеньевича были созданы аппараты для микроплазменной сварки систем противоракетной обороны. В 1972 г. В.Е. Патону, В.С. Гвоздецкому, Н.М. Воропаю была присуждена Государственная премия УССР.

В 1979-1988 гг. под руководством В.Е. Патона (М.Г. Бельфор, В.Г. Пичак и др.) были созданы дубль аппараты для ЭШС прочных корпусов, центрального поста и торпедных отсеков из титанового сплава тяжелых ракетных подводных крейсеров «Акула» на заводе «Севмаш» (Северодвинск, РФ). Специальные сварочные аппараты применены на заводах «Море» (Феодосия) и Приморском (С.-Петербург) для строительства самых больших

в мире кораблей на воздушной подушке «Зубр».

В.Е. Патон стоял у истоков работ по ракетно-космической тематике. В начале 1964 г. В.Е. Патон организовал группу конструкторов (Г.П. Дубенко, В.Г. Пичак, Ю.И. Сапрыкин, В.В. Стесин и др.), которые впервые в мире приступили к разработке экспериментальных аппаратов для исследования процессов сварки в космосе. Совместно со специальным отделом (В.Ф. Лапчинский, А.А. Загребельный) и др. подразделениями Института был создан аппарат «Вулкан» (1965-1969); аппараты для астрофизических экспериментов «Зарница» и «Аракс» (1972-1975); нанесения покрытий и материаловедческих экспериментов – «Испаритель-80» и «Испаритель М» (1978-1983). На этих аппаратах советскими космонавтами, астронавтами США, Индии и ряда др. стран были выполнены уникальные эксперименты.

В 1967 г. впервые в мире созданы подводные мокрая механизированная сварка и резка, не требующие для проведения работ водолазных камер. А.Е. Аснисом и И.М. Савичем разработана герметичная самозащитная порошковая проволока, а В.Е. Патон и его сотрудниками сконструированы полуавтоматы, которые надежно работают под водой. Полуавтоматы, установки для орбитальной сварки, приварки проушин и др. узлов применяются при строительстве морских трубопроводов разного назначения и стационарных платформ на глубинах континентального шельфа.

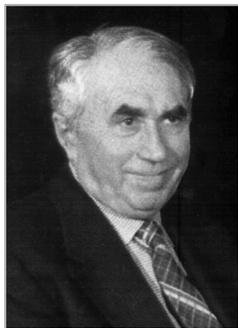
В 1983 г. В.Е. Патону (совместно с др. авторами) за работу «Комплекс исследований, проектно-конструкторских и технологических работ по созданию и внедрению прогрессивной технологии дуговой сварки и оборудования (комплекс «Стык») для технического перевооружения сварочного производства при сооружении магистральных трубопроводов» присуждена Премия Совета Министров СССР.

В.Е. Патон заслуженный изобретатель УССР (1982), автор 90 изобретений и 50 научных работ.

В.Е. Патон вел организационную работу в Координационном совете по сварке в СССР, а также в Научном совете ГКНТ СССР по проблеме «Новые процессы сварки и сварные конструкции». Много лет возглавлял Государственную экзаменационную комиссию сварочного факультета КПИ, уделяя огромное внимание уровню профессионального обучения новых поколений инженеров-сварщиков. Он награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знаком Почета», медалями.

У истоков сварки титана. К 100-летию С. М. Гуревича

В. П. Прилуцкий, к.т.н., В. М. Илюшенко, к.т.н., ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)



14 февраля 2017 г. исполняется 100 лет со дня рождения видного украинского ученого в области металлургии и технологии сварки титана и тугоплавких металлов, профессора, доктора технических наук Самуила Мордковича Гуревича.

В 1940 г. после окончания Киевского индустриального института С. М. Гуревич был принят академиком Е. О. Патоном в Институт электросварки АН УССР на должность младшего научного сотрудника и принял участие в разработке и внедрении в промышленность недавно созданного способа автоматической сварки под флюсом.

В начале своей научной деятельности Самуил Мордкович занимается изучением и разработкой технологии автоматической сварки под флюсом низколегированных сталей повышенной прочности. Первая статья по этой тематике была опубликована им накануне войны в журнале «Автогенное дело» (рис. 1) [1]. В июне 1941 г. С. М. Гуревич был призван на службу в Красную Армию, а после окончания войны, в 1946 г. вернулся в ряды научных сотрудников Института, где продолжил работы, прерванные войной. С этого момента вся его трудовая деятельность была неразрывно связана с Институтом электросварки.

Итогом первых исследований становится защита С. М. Гуревичем кандидатской диссертации в 1951 г.

В начале 1950-х гг. появляется новый конструкционный металл — титан. В этот период его используют только для деталей боевых самолетов, где без сварки узлов не обойтись. Применение титана в авиастроении, химическом машиностроении, при изготовлении ракет и космических аппаратов поставило перед ИЭС им. Е. О. Патона задачу создания эффективных методов сварки нового металла.

Сложность создания технологических процессов сварки титана обусловлена, в первую очередь, его высокой химической активностью в нагретом и расплавленном состоянии: титан в расплавленном состоянии реагирует практически со всеми хими-

ческими элементами, в т.ч. и с газами атмосферы — кислородом и азотом. Активность титана настолько велика, что он является единственным металлом, который горит в чистом азоте. Столкнувшись с такими проблемами, зарубежные исследователи отвергли возможность применения для титана способа сварки под флюсом, который был разработан ранее Е. О. Патоном. Они пошли по пути применения дуговой сварки в струе инертных газов — аргона или гелия. В СССР по такому же пути пошли все отраслевые НИИ оборонного комплекса. Однако в те годы в стране остро ощущалась нехватка аргона и гелия, к тому же их качество оставляло желать лучшего. В этих условиях, в 1954 г., директором ИЭС Б. Е. Патоном перед молодым ученым, к.т.н. С. М. Гуревичем, была поставлена нелегкая задача: создать достаточно надежный и, главное, дешевый способ автоматической сварки титана. Тщательно изучив особенности металлургии титана, С. М. Гуревич принял смелое решение: разработать процесс автоматической дуговой сварки титана под флюсом. Необходимо отметить, что в те годы мало кто верил в эту идею. Проблема состояла в том, чтобы изыскать такие компоненты флюса, которые не только не загрязняли бы швы кислородом и тем самым не ухудшали свойства сварных швов, но и повысили их качество. И такие компоненты были найдены! Полученный результат не только принципиально изменил все существовавшие ранее представления о металлургических

АВТОГЕННОЕ ДЕЛО

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ОРГАН
ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНОГО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА СВАРЩИКОВ (ВНИТОС)

Адрес редакции: Москва, Изобр., Чистые пруды, №12, т. К 7-14-10

2

1941
ФЕВРАЛЬ

Год издания двенадцатый

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса*

Инж. С. М. Гуревич
Институт электросварки АН УССР

Рис. 1. Первая публикация С. М. Гуревича в журнале «Автогенное дело»

особенностях сварки титана, но и во многом определил дальнейший путь сварочной науки в области сварки титана и металлургии. Как оказалось, именно благодаря тому, что при сварке металл сварочной ванны действительно взаимодействует с расплавленным флюсом разработанного состава, было достигнуто улучшение, а не ухудшение свойств металла шва. Такой нетрадиционный подход С. М. Гуревича к решению сложнейшей задачи привел его к созданию нового, наиболее прогрессивного способа автоматической сварки титана под флюсом, успешно освоенного в химической промышленности при производстве балок и резервуаров из толстолистового титана (рис. 2) [2].

Создав оригинальное направление в науке о сварке титана С. М. Гуревич заложил основы для появления разработок новых способов сварки и плавки титана с использованием флюсов. На основе результатов выполненных работ – защитил в 1962 г. докторскую диссертацию. Дальнейшие теоретические исследования, выполнявшиеся под руководством С. М. Гуревича, привели к созданию в Институте целой серии флюсов под маркой АНТ,

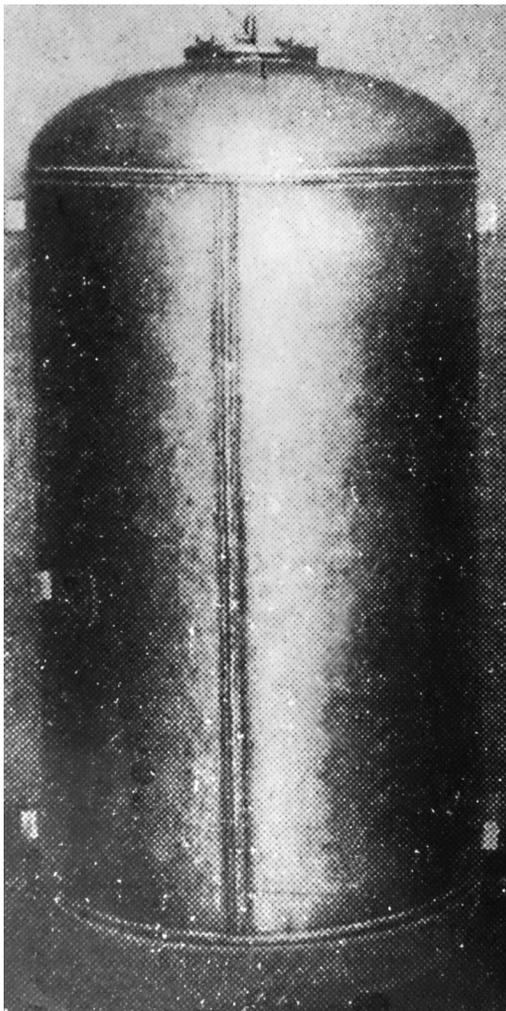


Рис. 2. Внешний вид резервуара из технического титана, выполненного автоматической сваркой под слоем флюса АНТ-Т1

нашедших применение при разработке нового способа соединения деталей больших толщин – электрошлаковой сварке (ЭШС) титана, а также при электрошлаковом переплаве для получения слитков титана. В Институте был создан аппарат А 550, предназначенный для ЭШС ответственных деталей из титана пластинчатым электродом (рис. 3, 4) [3].

В 1965 г. в Институте создается отдел физико-металлургических процессов сварки тугоплавких и химически активных металлов, руководителем которого становится С. М. Гуревич. Он возглавил



Рис. 3. Кольцо из титана, сваренное электрошлаковой сваркой

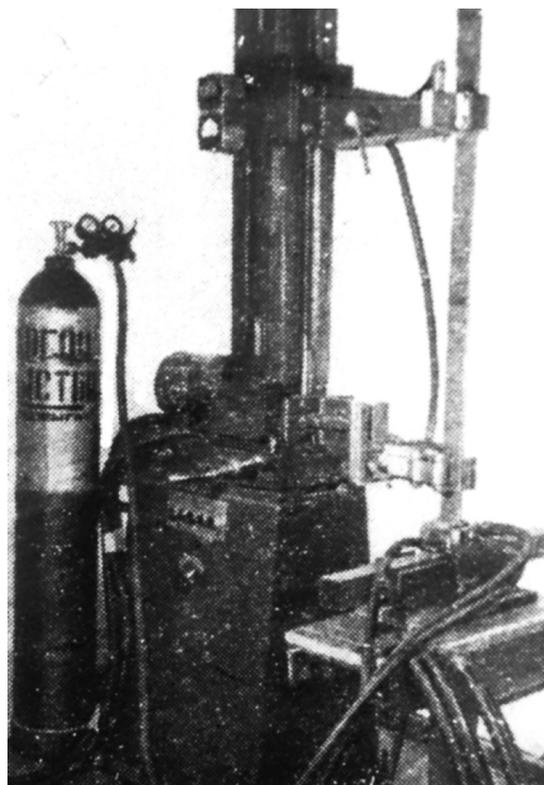


Рис. 4. Аппарат А 550 для электрошлаковой сварки пластинчатым электродом деталей из титана большой толщины

отдел, в котором технологии и сварочные материалы, созданные коллективом при его непосредственном участии, всегда отличались не только оригинальностью и принципиальной новизной, но и превосходили мировой уровень. Так, появились новые, ранее не известные, способы сварки титана: аргонодуговая сварка по слою флюса, аргонодуговая сварка с присадочной титановой порошковой проволокой, сварка вольфрамовым электродом под флюсом без использования защитного газа. Эти способы сварки до сих пор успешно применяются в промышленности и не имеют аналогов за рубежом.

Благодаря исследованиям коллектива отдела, руководимого С. М. Гуревичем, были созданы научные основы нового направления в науке о сварке химически активных тугоплавких металлов, таких, как молибден, ниобий, вольфрам и др. Это позволило решить задачу получения качественных сварных конструкций из этих металлов методами электронно-лучевой сварки и сварки в контролируемой газовой среде. Для выполнения таких работ было создано уникальное оборудование и контрольно-измерительная аппаратура (рис. 5) [4].

В отделе активно развивались также исследования по совершенствованию существующих и разработке новых эффективных процессов сварки меди и ее сплавов. Актуальность таких работ была вызвана необходимостью изготовления промышленностью крупногабаритных медных толстолистовых конструкций – сварных изложниц кристаллизаторов для вакуумно-дуговых и электрошлаковых печей (рис. 6) [5].

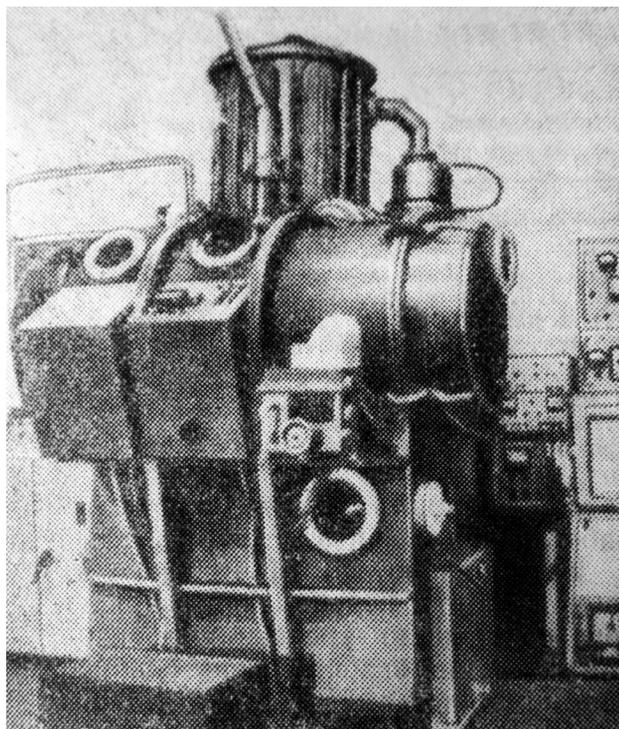


Рис. 5. Установка У 401 для электронно-лучевой сварки титана

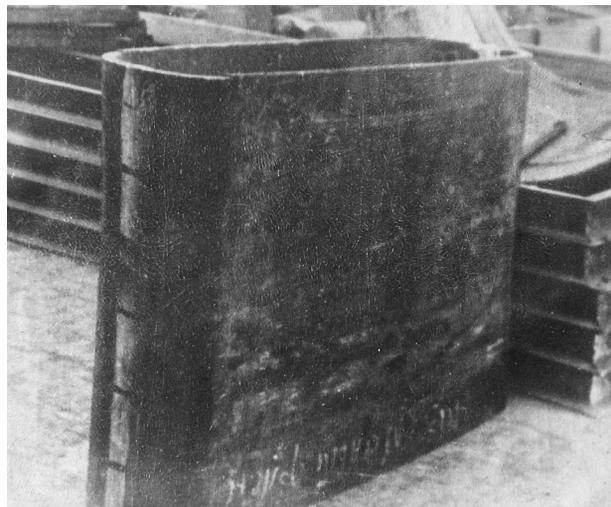


Рис. 6. Сварная медная изложница кристаллизатора для вакуумно-дуговых и электрошлаковых печей

Пройдя путь длиной всего в 66 лет, С. М. Гуревич оставил более 600 научных трудов, изобретений и патентов в области сварки и металлургии титановых сплавов, им подготовлено 20 кандидатов и докторов наук.

Особо следует отметить монографии, посвященные металлургии и сварке титана и тугоплавких металлов, уникальный справочник по сварке цветных металлов, созданные под руководством С. М. Гуревича [4, 6, 7].

Эти труды и до сегодняшнего дня являются настольными книгами многих специалистов. Научное наследие С. М. Гуревича еще долгое время будет полезно для будущих поколений сварщиков и металлургов.

Литература

1. С. М. Гуревич. Автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса. // Автоген. дело. – № 2. – 1941 г.
2. С. М. Гуревич. Сварка титана под флюсом. // Авиацион. промышленность. – № 4. – 1957 г.
3. С. М. Гуревич. Электрошлаковая сварка пластинчатым электродом поковок из титановых сплавов. // Авиацион. промышленность. – № 12. – 1959 г.
4. Металлургия и технология сварки титана и его сплавов / под ред. С. М. Гуревича. – Киев: Наукова думка, 1979.
5. Гуревич С. М., Илюшенко В. М., Босак Л. К. и др. Сварка под флюсом медных изложниц кристаллизаторов. // Сварочное пр-во. – № 8. – 1975 г.
6. Металлургия и технология сварки тугоплавких металлов и сплавов на их основе / под ред. С. М. Гуревича. – Киев: Наукова думка, 1982.
7. С. М. Гуревич. Справочник по сварке цветных металлов. – Киев: Наукова думка, 1981 г.

● #1669

ИЭС им. Е. О. Патона — головной институт страны по сварке

А. А. Мазур, канд. экон. наук, В. И. Снежко, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

Дальнейшее развитие сварочной науки и техники в масштабах страны потребовало системного и планового подхода. Знание перспектив развития промышленности и ее отраслей, четкое понимание приоритетов научно-технического прогресса позволило Б. Е. Патону подготовить предложения о развитии сварочной науки, техники и производства в масштабах СССР, которые легли в основу принятого 5 июня 1958 г. под номером 621 Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем внедрении в производство сварочной техники».

Постановление № 621 предусматривало развитие фундаментальных исследований сварочных процессов, разработку оборудования, материалов, технологий, создание новых НИИ и заводских лабораторий, строительство специализированных заводов и цехов по производству сварочных материалов, оборудования, сварных конструкций. Учитывая достижения Института электросварки им. Е. О. Патона (ИЭС), накопленный им опыт создания и реализации крупных научно-технических программ, ЦК КПСС и Совет Министров СССР этим же постановлением возложили на ИЭС обязанности головного института по сварке и родственным технологиям в СССР.

ИЭС в качестве головного института получил широкие полномочия по координации и руководству развитием в стране сварочного производства, науки и техники. Ему были делегированы некоторые функции Госплана, Госснаба, ГКНТ, Госконтроля и ЦСУ СССР.

В пункте 20 постановления № 621 было сказано:

«Установить, что Институт электросварки им. Е. О. Патона Академии наук УССР является головным институтом по сварке в СССР, и возложить на него:

а) координацию научно-исследовательских работ в отрасли сварочной техники;

б) проверку состояния работ по внедрению новой сварочной техники в промышленности, на транспорте, в строительстве и представление Правительству СССР предложений по этому вопросу;

в) оказание помощи совнархозам в разработке и внедрении новой сварочной техники;

г) рассмотрение совместно с соответствующими организациями новых типов электросварочного оборудования и подготовку предложений по производству этого оборудования;

д) проведение совещаний и конференций по вопросам развития науки и техники в СССР в области сварки».

При Институте был создан Координационный совет, который согласовывал деятельность всех научных, проектно-технологических и конструкторских организаций страны, работавших в области сварки. В своей работе он опирался на базовые лаборатории ведущих предприятий страны, где осваивались новые процессы сварки. Этот совет не только решал научные проблемы и обеспечивал внедрение новой сварочной техники, но и принимал активное участие в руководстве развитием сварочного производства. Он готовил и представлял правительству через Институт рекомендации по основным направлениям государственной научно-технической политики в этой области.

В 1958 г. ИЭС был принят в Международный институт сварки МИС (Париж) и определен базовой организацией Национального комитета по сварке СССР. ИЭС активно работал во всех комиссиях МИС, был представлен в его руководстве. Ученые ИЭС представили более 100 докладов, которые были приняты в качестве официальных документов МИС.

По специальному постановлению Совмина СССР от 09.11.1960 г. № 1171 в 1961 г. в ИЭС и КПИ были организованы межреспубликанские курсы инструкторов по внедрению в народное хозяйство передовых методов сварки и наплавки металлов.

Учитывая позитивную роль ИЭС им. Е. О. Патона в качестве головного координатора работ по развитию сварочного производства, науки и техники, а также важность стоящих перед Институтом задач, Совет Министров СССР дополнительно принял Постановление «О расширении прав головного Института электросварки им. Е. О. Патона АН УССР по руководству развитием сварочной техники в СССР» № 1003 от 17.09.1960 г.

Это постановление окончательно сформулировало права, обязанности и ответственность ИЭС

* Часть 5. Продолжение серии публикаций по материалам книги: «ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства»

как головного института по сварке, оно являлось руководящим документом вплоть до 1991 г. и поэтому приводим его полностью:

«1. С целью дальнейшего наращивания масштабов применения сварочной техники в промышленности, строительстве и на транспорте предоставить головному Институту электросварки им. Е. О. Патона Академии наук УССР широкие полномочия в деле координации работы предприятий, научно-исследовательских и конструкторских учреждений в области сварки, организации внедрения новых методов сварки и экономичных сварных конструкций, осуществления других мероприятий, связанных с развитием сварочной техники в СССР.

2. Обязать ИЭС ежегодно, начиная с 1961 г., разрабатывать в качестве рекомендаций контрольные цифры объемов производства в СССР экономических сварных конструкций, развития наплавочных работ, уровней механизации сварки, создания специализированных сварочных производств и наращивания мощностей по выпуску сварочных материалов и оборудования, с учетом перспектив развития народного хозяйства.

Госэкономсовету и Госплану СССР, Советам Министров союзных республик, совнархозам, министерствам и ведомствам СССР учитывать рекомендации ИЭС и в зависимости от их важности и значения включать необходимые задания в годовые и перспективные планы развития народного хозяйства СССР и союзных республик, ... предусматривать выделение необходимых для развития сварочного производства денежных и материальных средств.

3. Поручить ИЭС организовать систематический контроль за ходом внедрения в народное хозяйство передовой сварочной техники и по итогам проверки подготавливать предложения по обеспечению выполнения планов производства сварных конструкций, развития наплавочных работ, повышения уровня механизации сварочных процессов, выпуска сварочных материалов и оборудования.

Обязать Советы Министров союзных республик, совнархозы, министерства, ведомства, предприятия и строительные организации рассматривать эти предложения ИЭС и принимать меры для выполнения планов развития сварочного производства.

4. Поручить ИЭС координацию научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ в сфере сварочной техники. С целью осуществления указанной координации поручить совнархозам, министерствам и ведомствам СССР обязать подведомственные им предприятия и организации:

а) ежегодно не позднее июня представлять

в ИЭС проекты планов на следующий год по научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим работам в сфере сварочной техники;

б) ежегодно не позднее февраля представлять в ИЭС годовые отчеты о законченных научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работах;

в) учитывать предложения ИЭС по корректировке указанных в подпункте «а» проектов планов.

5. Обязать ИЭС рассматривать вместе с соответствующими организациями новые типы сварочного оборудования и материалов и представлять совнархозам, министерствам и ведомствам СССР предложения по изготовлению этой продукции и снятию с производства устаревших сварочных материалов и оборудования.

Поручить совнархозам, министерствам и ведомствам СССР обязать подведомственные им предприятия и организации учитывать эти предложения в планах производства.

6. С целью оказания технической помощи совнархозам, министерствам, ведомствам и стройкам в развитии и внедрении сварочной техники, а также для организации систематического контроля на местах за ходом выполнения планов производства сварных конструкций, сварочных материалов и оборудования позволить ИЭС создать до 1 января 1961 г. группу Уполномоченных Института из числа высококвалифицированных инженеров-сварщиков.

Совету Министров УССР и Министерству финансов СССР с участием ИЭС в двухмесячный срок рассмотреть и решить вопрос об увеличении штата ИЭС в связи с организацией группы Уполномоченных, предусмотрев должностные оклады Уполномоченных Института на уровне окладов главных специалистов управлений совнархозов.

7. Обязать ГК Совета Министров СССР по автоматизации и машиностроению и Госстрой СССР при участии ИЭС разработать и издать в 1961 г. необходимые руководящие материалы для использования при проектировании сварных конструкций наиболее металлоемких машин, оборудования и сооружений. Указанные материалы периодически обновлять по мере накопления новых данных в области сварочной техники и посылать их совнархозам, проектным и конструкторским организациям, а также соответствующим предприятиям.

8. Обязать Центральное статистическое управление при Совете Министров СССР:

а) в месячный срок по согласованию с ИЭС разработать и утвердить формы учета и отчетности в народном хозяйстве по выполнению планов производства сварных конструкций, напла-

вочных работ, производства сварочного оборудования и материалов, повышения уровня механизации процессов сварки и наплавки;

б) начиная с 1961 г. до 1 апреля составлять за истекший год сводные данные о выполнении указанных в подпункте «а» планов.

9. Советам Министров союзных республик, ГК Совета Министров СССР, министерствам и ведомствам СССР с 1 января 1961 г. включать должность главного сварщика в штаты подведомственных им проектных, проектно-технологических и конструкторских организаций, на которые возложены проектирование металлоемких машин, оборудования и сооружений, с годовым планом проектно-конструкторских работ более 10 млн. руб., и назначать работников на эту должность по представлению ИЭС.

10. С целью успешного внедрения экономичных сварных конструкций на крупнейших машиностроительных предприятиях и стройках страны поручить Госплану СССР ежегодно выделять до 1000 единиц сварочного оборудования в распоряжение ИЭС для распределения его в течение года между указанными предприятиями и стройками.

11. Предоставить ИЭС право привлекать для порученной ему разработки предложений и мероприятий, связанных с координацией научно-исследовательских и опытно-производственных работ и контролем за выполнением планов внедрения сварочной техники, специалистов научно-исследовательских проектных организаций и предприятий, занятых производством сварочных материалов и оборудования.

12. Поручить Совету Министров УССР до 1 января 1961 г. рассмотреть и решить вопрос о дальнейшем развитии ИЭС в соответствии с заданиями, порученными ему июльским (1960 г.) Пленумом ЦК КПСС и настоящим постановлением».

Именно это постановление можно считать началом планового развития сварочного производства СССР в государственных масштабах.

Постановление подтверждает тот факт, что ИЭС в конце 1950-х гг. вышел на передовой путь научно-технического прогресса в стране и стал признанным лидером в сфере сварочной науки и техники. Недаром американские специалисты, оценивая роль и значение ИЭС и передовой уровень его разработок этого периода, назвали Киев столицей сварщиков мира.

Этот почетный статус ученые Института подтвердили еще одним направлением своих исследований и разработок. В 1954 г. Б. Е. Патон писал в журнале «Наука и жизнь» (№ 11): «Сварка призвана сыграть значительную роль в завоевании космоса. В мире будущего она займет достойное место среди иных творений человеческого разума».

Идея Б. Е. Патона о использовании сварки во время монтажа металлических конструкций в космическом пространстве была горячо поддержана генеральным конструктором академиком С. П. Королевым.

Время подтвердило этот прогноз. Сварка при освоении космоса действительно стала одной из важнейших технологий, решая проблемы прочности, герметичности, эксплуатационной надежности, экономичности ракет, повышения их полезной нагрузки, жизнеобеспечения МКС.

Космическая эпопея Института начиналась с участия в создании ракетно-ядерного щита Родины. Ракетные комплексы стратегического назначения требовали совершенствования конструкций и технологий, в т.ч. технологий сварки. По степени ответственности, срокам исполнения и значению для укрепления оборонной мощи страны эти работы можно сравнить с работой Института по обеспечению автоматической сварки танка Т-34 в период Великой Отечественной войны.

Контактно-стыковая сварка шпангоутов, стыковая сварка листов обшивки, сварка огромных алюминиевых емкостей для сжиженного кислорода и водорода позволили организовать массовый выпуск баллистических ракет.

Творческое сотрудничество инженеров КБ «Южное» и «Южмаша» с учеными Института стали основой для успешного решения поставленных задач. По степени надежности сварных конструкций и по уровню технологии сварки продукция КБ «Южное» и «Южмаша» уже с 1960-х гг. занимала передовые позиции, а в ряде случаев инженерные решения, реализованные в них, не были повторены в мировой практике ракетостроения до сих пор.

Одним из примеров является создание в 1960-е гг. новых тяжелых межконтинентальных баллистических ракет на жидком топливе СС-17 — по западной классификации «Сатана». Очень остро стояла проблема герметичности и надежности топливных систем ракет в условиях длительного дежурства в заправленном состоянии. Для обеспечения требуемого качества нужно было исключить негативное воздействие «человеческого фактора» при ручной аргоно-дуговой сварке путем максимальной механизации и автоматизации сварочных процессов.

В 1967 г. после двухлетних испытаний была освоена принципиально новая для алюминиевых сплавов технология контактной стыковой сварки шпангоутов ракет с полной автоматизацией, программированием процесса и записью параметров, которые подтверждают качество. С этого момента началась новая эпоха в производстве сварных корпусов ракет на «Южмаше». По свидетельству

С. А. Афанасьева, бывшего министра тяжелого машиностроения СССР, американцы, посетив «Южмаш», в сварочном цехе стали усиленно делать зарисовки в своих блокнотах. На вопрос, что их заинтересовало, ответили с энтузиазмом: «Это грандиозно, у нас такого нет». Как тут не вспомнить Н. С. Хрущева, который в свое время, чтобы напугать Запад, сказал, что «у нас ракеты делаются, как сосиски», не особенно погрешив при этом против истины.

Ракеты СС-17 стали одними из надежнейших ракет в мире: никаких протечек в топливной системе за все время их эксплуатации не наблюдалось.

В середине 1970-х гг. потребовались новые технические решения для очередного поколения ракет «Сатана» и ракет СС-18. Были разработаны технология и необходимое оборудование для контактной стыковой сварки продольных швов обечаек, что обеспечило практическую равнопрочность швов с основным металлом. До настоящего времени разработанная Институтом контактная сварка обечаек ракет пользуется беспрецедентным уважением у специалистов ракетостроительных компаний всего мира.

Следующими шагами в космической одиссее Института был целый ряд разработок — от экспериментального комплекса «Вулкан» для сварки и резки металлов в условиях невесомости, до универсального ручного инструмента, который впервые в мире позволил проводить сварку, резку, пайку и напыление металла в открытом космосе.

В 1986 г. в космосе построена конструкция в виде разборной фермы (эксперимент «Маяк»). 1991 г. — впервые проведена пайка узлов фермовых конструкций, создан агрегат для открытия и развертывания солнечных батарей многоразового использования орбитальной станции «Мир».

Результаты многолетних исследований Института в области космических технологий отображены в монографии «Welding in Space and Related Technologies», изданной в 1997 г. в Великобритании, а также обобщены в сборнике «Космос: технологии, материаловедение, конструкции» под редакцией Б. Е. Патон, вышедшей в 2000 г.

Оценивая вклад Б. Е. Патона в развитие космической программы СССР, Генеральный конструктор ракетно-космических комплексов НВО «Энергия» академик РАН Ю. П. Семенов, который много лет работал вместе с С. П. Королевым, пишет:

«Б. Е. Патон входит в большую плеяду советских ученых и конструкторов, благодаря которым СССР ... был могучим и великим государством... Он сделал неоценимый вклад в науку и практику сварки. Благодаря ему мы впервые в мире вышли на космические технологии, совершили первый эксперимент сварки в космосе... Б. Е. Патон —

выдающийся ученый XX века. Его характерная особенность, уникальное качество — воплощать идеи в жизнь... Он много сделал для кораблей «Союз», «Прогресс». Руководил работами по созданию уникальных приборов для реализации космических технологий. Впервые в мире наши космонавты, попавшие в реальный космос, довели их до полной работоспособности».

Многолетние попытки США хотя бы повторить эти достижения в космосе окончились неудачей. Американцы вынуждены были заключить с Институтом договор на разработку для них аналогичного оборудования и обучение астронавтов НАСА. По окончании работ планировалось испытать оборудование и астронавтов во время полета одного из Шаттлов, но гибель «Колумбии» отодвинула сроки этих испытаний, а потом у американцев, да и в России изменились планы.

Время и технический прогресс постоянно вносят изменения в стратегию человечества по освоению космоса. Но патоновские разработки на всех этапах остаются важной составной частью этих работ. По созданию и укреплению космического щита для обороны страны, работ по созданию околоземных и инопланетных обитаемых и необитаемых станций. Успешное сотрудничество патонцев с создателями ракетно-космической техники продолжается и сегодня.

Сварочные пятилетки. С 1958 г. развитие сварочного производства, науки и техники в области сварки и родственных технологий стало осуществляться по комплексным пятилетним программам, проекты которых разрабатывались головным ИЭС совместно с заинтересованными министерствами, ведомствами, предприятиями и научными организациями, согласовывались с Госпланом, ГКНТ и Госснабом СССР, а затем утверждались постановлениями руководства страны.

Постановления, как правило, содержали оценку состояния сварочного производства, науки и техники, пути их дальнейшего развития, а также конкретные задания министерствам, ведомствам, субъектам хозяйственной и научно-технической деятельности.

Был принят ряд таких постановлений, выполнение которых предопределило опережающее развитие во второй половине XX века сварочной науки, техники и сварочного производства в целом не только в СССР, но и в ряде зарубежных стран.

Всего было разработано и утверждено на правительственном уровне семь программ (первая — на семь, остальные — на пять лет).

В каждой из программ предусматривались необходимые мероприятия не только по созданию новой сварочной техники, но и по организации ее массового выпуска и широкого использова-

ния в производственной практике. Так например, в конце 1950-х гг. было принято решение о создании Каховского завода электросварочного оборудования, специализирующего на выпуске сварочного оборудования по разработкам ИЭС. На заводе был организован филиал ОКТБ ИЭС. Все последующие годы поддерживается тесная связь между разработчиками и изготовителями сварочного оборудования, которое экспортируется во многие страны мира. Завод является ведущим мировым поставщиком оборудования для сварки рельсов при строительстве и эксплуатации бесстыковой железнодорожной колеи, в т.ч. для высокоскоростного движения.

В 1960-е гг. по инициативе ИЭС были приняты и практически реализованы решения о создании специализированных заводов по выпуску сварных конструкций (Кадиевский, Калининский, Тихвинский, Новосибирский центросвары, цеха сварных металлоконструкций завода «Уралмаш» в Свердловске, кустовая сварочная база на Воронежском заводе тяжелых механических прессов), завода механического сварочного оборудования в Закарпатье, специализированных заводов и цехов по выпуску сварочных материалов. В Киеве был создан Всесоюзный институт сварочного производства в качестве базовой конструкторско-технологической организации по проектированию поточно-механизированных участков и конвейерных линий по выпуску сварных конструкций. На него были возложены функции головной организации по разработке типажа механического сварочного оборудования (кантователи, манипуляторы и др. оборудование), организации его централизованного выпуска в Ильнице и широкого внедрения в промышленности.

В начале 1970-х гг. в Пскове был создан специализированный завод по выпуску тяжелого электросварочного оборудования, ориентированный на выпуск новых образцов контактных машин по разработкам ИЭС. Первые машины были выпущены в 1973 г., в дальнейшем комплексами К617, К607, К564, К825 были оснащены заводы ракетно-космического комплекса — днепропетровский «Южмаш», Северный завод в Оренбурге и ряд др. заводов отрасли. С 1980 г. Псковский завод начал выпускать по разработкам ИЭС машины для контактной сварки труб диаметром 820–1020 мм, а также стыкосварочные комплексы «Север», что сделало возможным реализацию крупномасштабной программы по освоению северных месторождений нефти и газа.

Первая программа развития, упоминавшаяся выше, была утверждена Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР «О дальнейшем внедрении в производство сварочной техники» от 5 июня 1958 г. № 621. Она определила главным образом

количественный рост сварочного производства в 1959–1965 гг. (на семь лет).

Вторая программа на пятилетку 1966–1970 гг. «О дальнейшем развитии сварочного производства и повышении качества сварочных работ» была утверждена Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 27.08.1966 г. № 709.

Третья программа на пятилетку 1971–1975 гг. «Об ускорении технического прогресса и дальнейшем повышении производительности труда в сварочном производстве» была утверждена Постановлением СМ СССР от 22.10.1970 г. № 877.

В 1974 г. была завершена разработка четвертой комплексной программы на 1976–1980 гг., положенной в основу Постановления Совета Министров СССР от 02.12.1975 г. № 979 «О дальнейшем повышении эффективности сварочного производства».

Каждая из сварочных пятилеток и постановлений, которыми они утверждались, имели свои особенности. По прошествии 40 лет можно считать, что в Постановлении № 979 была принята наиболее полная и тщательно разработанная программа с конкретными заданиями соответствующим министерствам и ведомствам, со специально разработанными мерами по обеспечению выполнения этих заданий, по организации контроля и отчетности о ходе выполнения постановления.

В дополнение к Постановлению № 979 от 02.12.1975 г. было утверждено Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 20.07.1978 г. № 619 «О дальнейшем развитии машиностроения в 1978–1980 гг.», включавшее задания по расширению применения сварных металлоконструкций вместо стального литья и поковок из слитков к 1980 г. в количестве 102 тыс. т в год.

Пятая комплексная программа была утверждена Советом Министров СССР Постановлением СМ СССР от 08.02.1980 г. № 122 «О дальнейшем совершенствовании и развитии сварочного производства в 1981–1985 годах».

Шестая комплексная программа была утверждена Постановлением Совета Министров СССР от 04.10.1984 г. № 1035 «О мерах по дальнейшему расширению производства и восстановления деталей и изделий с упрочняющими покрытиями к автомобилям, тракторам и сельскохозяйственным машинам на 1985–1990 гг.».

Объемы выпуска деталей с упрочняющими покрытиями в 1982–1985 гг. выросли в пять раз, что позволило сэкономить 18 тыс. т металла. Была подготовлена седьмая программа, которая была утверждена Постановлением Совмина СССР от 11.02.1986 г. № 212 «О дополнительных мерах по развитию производства и восстановления деталей и изделий с упрочняющими покрытиями на 1986–1990 гг.»

● #1670

Все для сварки 2-2017

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. агрегат DENYO DLW-300LS, однопост., диз. двиг., 30-280 А, ПВ-100%, 10,4 кВА	шт.	договорная	(044) 383-1812, (095) 899-1822	Рентстор 000
Свар. агрегат DENYO DLW-400LSW, двухпост., диз. двиг., 1 пост: 60-380А, 2 поста: 30-190А, ПВ-100%, 15 кВА	шт.	договорная	(044) 383-1812, (095) 899-1822	Рентстор 000
Свар. агрегат DENYO DCW-480 ESW СС/СV, двухпост., диз. двиг., 1 пост: 60-480А, 2 поста: 30-280А, ПВ-100%, 15 кВА. Хит продаж!!!	шт.	договорная	(044) 383-1812, (095) 899-1822	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 ММА/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 аккумуляторов	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
SUPEL-175 G, для ММА/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW-333 («Семонт»)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

Установки для аргонодуговой сварки Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ТТ-1600, МВ-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG	шт.	от 6 500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
TIG-200P AC/DC	шт.	21 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0130. Трансформаторы сварочные

Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	шт.	от 4 635	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

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

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø0,8-3,0 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, ММА, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Kemppi OY	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 ТС-18М, ТС-77А, А-1698, ТС-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Аппараты для дуговой сварки Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк 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.com

OXY-FUEL

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

РЕЗАКИ

160 различных ручных и механизированных моделей плазмотронов для автоматической и ручной резки. Шланговые пакеты для систем плазменной резки. Плазмотроны 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 000
Системы автоматизации сварки Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000

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. — Al (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогабарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
Ремонт и восстанов. машин контакт. сварки, купим машины контакт.	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. 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. резаки, 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

1.0330. 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
--	-----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0340. 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
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0350. 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
--	----	------------	--------------------------	------------------------------

1.0360. Рукава и шланги

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

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
I.0370. Баллоны газовые				
Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10 л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO ₂) 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, након. каб. луж. 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 «Дюзюфикс», 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, «Autravil'VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «Antiperr 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

- Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO₂ и смеси (MIG FWD, RF BWP, ABWELT BWP A, ABWELT AT, AUT / 60-760 A, газовые и жаростойкие окладывания)
- Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABTIG[®], ABTIG[®] BWP, ABTIG[®] BWP Little / 80-800 A, газовые и жаростойкие окладывания).
- Электрододержатели для сварки штучными электродами (DE 8200-8800 / 200-800 A).
- Блок принудительного окладывания (WIK 22, WIK 42, ABSCOOL L1000, ABSCOOL L1250).
- Регуляторы газовой.

ГРУП ООО
«Бинцель Украина ГмбХ»

Тел./факс:
(044) 403-12-88, 403-13-88
(044) 403-14-88, 403-15-88



г. Киев: (050) 468-78-38
г. Николаев: (050) 333-81-81
г. Харьков: (050) 417-80-88
г. Львов: (050) 388-48-88
e-mail: info@binzel.kiev.ua

ABICOR BINZEL

www.binzel-abicor.com

- Пластины (ABEPLAS[®] CUT, ABE CUT / 30-900 A, воздушные и жаростойкие окладывания).
- Установки BWP JACHILE Плазма (85-900 A).
- Строганья для строгания графитовыми электродами (K10-K20 / 500-1500 A).
- Графитовые электроды ABAPC, вольфрамовые электроды WFLB, WFL B[®].
- Средства защиты обработки высокой температуры ABBLUE.
- Миски сварочные.
- Наружные водопроводы.
- Валь, электр. резцовые материалы и другие принадлежности сварочного цеха.

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 Boehler, 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 (Э-09Х1МФ), ЦУ-5 (Э-50А), ТМЛ-3У (Э-09Х1МФ), ТМЛ-1У (Э-09Х1М), ТМУ-21У (З50А)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0120. Для сварки нержавеющей сталей

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

II.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

II.0140. Для сварки чугуна

МНЧ-2, ЦЧ-4	кг	от 102	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
-------------	----	--------	--------------------------	----------------------

II.0150. Для наплавки

Т-590, Т-620, ЭН-60М; ОЗН-6, ОЗН-300, ОЗН-400, НР-70, ЦН-6Л, ЦН-12М	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
---	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0160. Для резки

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

II.0200. Электроды неплавящиеся

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

II.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

II.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг (Китай)	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 Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Св-07Х25Н13 Ø 1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8СЗБ (ЭП-305) Ø 2,0 мм, Св-08Х20Н9Г7Т Ø 1,6, 3,0, 4,0 мм	кг	69-75	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

II.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

Проволоки для 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

V.0200. Контрольно-измерительные приборы

VI. УСЛУГИ

VI.0100. Услуги

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

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

Амити ООО.....	т. (0512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Белгазпромдиагностика УП.....	т./ф. (+375 17) 209 87 51, 205 08 68, info@diag.by
Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО.....	т./ф. (044) 403 12 99, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
Велдотерм-Україна ТОВ.....	т./ф. (03472) 60 330, weldotherm@ukrpost.ua
Велтек ТМ ООО.....	т./ф. (044) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09, 200 87 27
Запорожстеклофлюс ЧАО.....	т. (061) 289 03 53, ф. 289 03 50
Интерхим-БТВ ООО.....	т. (044) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62
Линде Газ Украина ПАО.....	т./ф. (0562) 35 12 25, 35 12 28, (056) 790 03 33, (0 800) 30 51 51
Мигатехиндустрия ООО.....	т. (044) 360 25 21, 500 58 59
Международный выставочный центр ООО.....	т. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
НАВКО – ТЕХ НПФ ООО.....	т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53
ОЗСО ІЗС ім. Е.О. Патона ООО.....	т./ф. (044) 259 40 00, office@paton.ua
Промавтосварка НТЦ ЧП.....	т./ф. (0629) 37 97 31, м. (067) 627 41 51, (066) 177 86 97
Рентстор ООО.....	т. (044) 383 18 12, м. (095) 899 18 22
Саммит ООО.....	т./ф. (056) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24
СЕВИД ЧП КП.....	т. (0552) 37 34 58, ф. 37 35 96, м. (067) 550 11 87
Сварка-Трейдінг ЛТД ООО.....	т. (044) 289 40 47, ф. 289 40 37, м. (050) 380 94 38
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 ІЗС ім. Е.О. Патона ООО.....	т. (044) 287 27 16, 200 80 42
Триада-Сварка ООО.....	т. (0-61) 220 00 79, ф. 233 10 58
Фрониус Украина ООО.....	т. (044) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44
Экотехнология ДП ООО.....	т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

Подписка-2017 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
	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Львов	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ню Хау»	(0512) 47-20-03
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Николаев	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
	«Форт» Издательство	(0572) 17-13-27
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	«Форт» Издательство	(0572) 26-43-33
Ровно	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 14-09-08
	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
Харьков	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61
Черкассы	ЗАО «Блиц-Информ»	
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.	50
А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с.	60
О. С. Осика та ін. Англо-український та українсько- англійський словник зварювальної термінології. 2005. — 256 с.	50
В. М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. — 196 с.	50
В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с.	50
С. Н. Жизняков, З. 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. с илл.	50
П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с.	60
А. Е. Анохов, П. М. Корольков. Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. — 320 с.	60
Г. И. Лашенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с.	60
А. А. Кайдалов. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. — 456 с.	60
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007. — 292 с.	60
А. Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с.	60
Г. И. Лашенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с.	50
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с.	50
З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с.	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.	50

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки
 Редакция журнала «Сварщик»: 03150, Киев, а/я 337
 тел.: (044) 200-80-18, тел./факс: 200-80-14
 e-mail: welder.kiev@gmail.com, trofimetst.welder@gmail.com
 www.welder.stc-paton.com

Подписка-2017
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».**

1655	1656	1657	1658	1659	1660	1661
1662	1663	1664	1665	1666	1667	1668
1669	1670	1671	1672	1673	1674	1675
1676	1677	1678	1679	1680	1681	1682
1683	1684	1685	1686	1687	1688	1689
1670	1671	1672	1673	1674	1675	1676
1677	1678	1679	1680	1681	1682	1683

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2017 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 2017 г.

На внутренних страницах					
Площадь	Размер, мм	Грн.*			
1 полоса	210×295	4500			
1/2 полосы	180×125	2400			
1/4 полосы	88×125	1200			
На страницах основной обложки					
Страница	Размер, мм	Грн.*			
1 (первая)	215×175	10000			
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	7000			
2 и 7		6000			
На страницах внутренней обложки					
Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*			
3-4 (1 полоса)	210×295	5500			
5-6 (1 полоса)	210×295	5000			
5-6 (1/2 полосы)	180×125	2600			
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.) — 1800 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, QXD 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 21-го числа нечетного месяца (например, в № 3 — до 21.05)					
Зам. гл. ред., рук. ред., В.Г. Абрамишвили , к.ф.-м.н.: тел./факс: (044) 200-80-14 , моб. (050) 413-98-86 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					