

СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ **1** 2017
январь-февраль

**ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ**

FANUC

Нове покоління роботів для дугового зварювання

Новий ARC Mate 100iD незабаром

**ІНТЕГРОВАНЕ КРІПЛЕННЯ
ДЛЯ ПОДАЧІ ДРОТУ**
для уникнення перешкод



**ПОВНІСТЮ ВБУДОВАНІЙ
ЗВАРЮВАЛЬНИЙ
ШЛАНГПАКЕТ**
і розподілення кабелів



**ТОНКА ТА ВИГНУТА
РУКА J2**
для уникнення перешкод



**НАЙБІЛЬШЕ
ПОРОЖНИСТЕ
ЗАП'ЯСТЯ**
та порожнистий редуктор



ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ 12 КГ
ідеально для додаткового
обладнання



ГЛАДКА ПОВЕРХНЯ
для уникнення
накопичення бруду

**РОБОТИ
ТЕХНІЧНА ПІДТРИМКА
СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ
НАВЧАННЯ**

ФАНУК УКРАЇНА
КИЇВ, СТОЛИЧНЕ ШОСЕ, 100
ТЕЛ. +380 44 221 17 43



1 (113) 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

СВАРЩИК^{НТК}

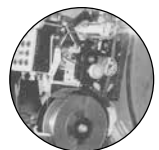
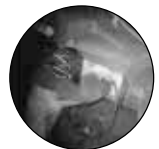
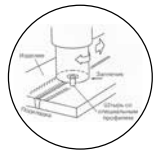
Производственно-технический журнал

№ 1 2017
январь-февраль

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	5
Технологии сварки трением	
Сварка металлов и сплавов трением. Способы сварки. <i>Г.И. Лащенко</i>	6
Производственный опыт	
Чугунные изделия после восстановительных работ эксплуатируются длительное время. <i>В.И. Панов</i>	11
Технико-экономическое обоснование выбора способа сварки. Из опыта работы Киевского судостроительного судоремонтного завода и завода «Ленинская кузница» при строительстве судокорпусных конструкций. <i>С.Б. Черный</i>	16
Наши консультации	22
Экономика сварочного производства	
Риски инновационных проектов, их предупреждение и компенсация. <i>А.А. Мазур, Л.Б. Любовная, Л.Н. Понафиденко, Н.С. Бровченко</i>	26
Стандартизация	
Технологическое управление качеством и эксплуатационными свойствами изделий в сварочном производстве. <i>А.Г. Потапьевский, Ю.К. Бондаренко, Ю.В. Логинова, К.О. Артюх</i>	29
Средства защиты сварщиков	
Защитная одежда для сварщика. <i>А. Черычка</i>	34
Вклад ИЭС им. Е.О. Патона в научно-технический прогресс	
Электроды и порошковая проволока для сварки новейших конструкций. К 90-летию И.К. Походни. <i>А.П. Литвинов</i>	37
Выставки	
XV Международный промышленный форум	41
Календарь выставок на 2017 год	43
Страницы истории	
Послевоенное восстановление экономики. <i>А.А. Мазур, В.И. Снежко</i>	45
Все для сварки. Торговый Ряд	50



Новини техніки та технологій	5
Технології зварювання тертям	
● Зварювання металів та сплавів тертям. Способи зварювання. <i>Г.І. Лашенко</i>	6
Виробничий досвід	
● Чавунні вироби після відновлювальних робіт експлуатуються тривалий час. <i>В.І. Панов</i>	11
● Техніко-економічне обґрунтування вибору способу зварювання. З досвіду роботи Київського суднобудівного судноремонтного заводу та заводу «Ленінська кузня» при будівництві суднокорпусних конструкцій. <i>С.Б. Чорний</i>	16
Наші консультації	22
Економіка зварювального виробництва	
● Ризики інноваційних проектів, їх запобігання і компенсація. <i>О.А. Мазур, Л.Б. Любова, Л.М. Понафіденко, Н.С. Бровченко</i>	26
Стандартизація	
● Технологічне управління якістю та експлуатаційними властивостями виробів у зварювальному виробництві. <i>А.Г. Потап'євський, Ю.К. Бондаренко, Ю.В. Логінова, К.О. Артюх</i>	29
Засоби захисту зварників	
● Захисний одяг для зварників. <i>А. Черичка</i>	34
Вклад ІЕС ім. Є.О. Патона в науково-технічний прогрес	
● Електроди та порошковий дріт для зварювання новітніх конструкцій. До 90-річчя І.К. Походні. <i>О.П. Литвинов</i>	37
Виставки	
● XV Міжнародний промисловий форум.....	41
● Календар виставок на 2017 рік.....	43
Сторінки історії	
● Післявоєнне відновлення економіки. <i>О.А. Мазур, В.І. Снежко</i>	45
Все для сварки. Торговий Ряд	50
CONTENT	
News of technique and technologies	5
Technologies of friction welding	
● Welding of metals and alloys by friction. The methods of welding. <i>G.I. Lashenko</i>	6
Production experience	
● Cast iron products after rehabilitation works are operated for a long period of time. <i>V.I. Panov</i>	11
● Technical-economic justification for the selection of the welding method. Experience of the Kiev shipbuilding and ship-repair factory and the plant "Leninskaya Kuznetsa" in the building of ship hull's construction. <i>S.B. Cherniy</i>	16
Our consultations	22
Economic of welding production	
● Risks of innovative projects, their prevention and compensation. <i>A.A. Mazur, L.B. Lyubovnaya, L.N. Ponafidenko, N.S. Brovchenko</i>	26
Standardization	
● Technological management of quality and operational features of the products in the welding industry. <i>A.G. Potap'evskiy, Yu.K. Bondarenko, Yu.V. Loginova, K.O. Artyukh</i> ..	29
Means of protection of welders	
● Protective clothing for the welder. <i>A. Cherychka</i>	34
Contribution of the E.O. Paton EWI in the scientific and technical progress	
● Electrodes and flux-cored wire for welding of newest constructions. On the 90-th anniversary of I.K. Pochodni. <i>A.P. Litvinov</i>	37
Exhibitions	
● XV International industrial forum.....	41
● Calendar of exhibitions on 2017.....	43
Page of history	
● The post-war recovery of economic. <i>A.A. Mazur, V.I. Snezhko</i>	45
All for welding. Trading row	50

СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ 1 2017

январь - февраль

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

Свидетельство о регистрации
КВ № 21846-11746 ПП от 22.01.2016

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

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

Информационная поддержка:



Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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

Редакторы

Р. С. Сухомуд
О. А. Трофимец

Верстка

Адрес редакции

Телефон

Тел./факс

E-mail

URL

Представительство в Беларуси

Представительство в России

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 13.02.2017. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура Petersburg. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 1326 от 13.02.2017. 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.
Способы сварки.**

Г. И. Лащенко

Представлена классификация способов сварки металлов и сплавов трением. Отмечено, что наибольшее распространение получили способы конвенционной и инерционной сварки трением. Приведены схемы выполнения процессов, технологические циклы, основные достоинства и недостатки обоих видов сварки. Рассмотрены также другие способы сварки трением: комбинированная, радиальная, вибрационная, орбитальная, роликовая и трением с перемешиванием. Отмечены некоторые основные достоинства и недостатки упомянутых способов сварки трением.

Чугунные изделия после восстановительных работ эксплуатируются длительное время

В. И. Панов

Описаны технологические основы и успешное применение на Уралмашзаводе ремонтной сварки чугунных изделий методами горячей, полугорячей и холодной сварки. Приведены примеры выполнения восстановительных работ без применения сварки плавлением. Отмечено, что отремонтированные чугунные конструкции эксплуатируются длительное время.

Технико-экономическое обоснование выбора способа сварки. Из опыта работы Киевского судостроительного судоремонтного завода и завода «Ленинская кузница» при строительстве судокорпусных конструкций

С. Б. Черный

Для определения наиболее эффективного способа и выбора сварочных материалов при сварке корпусных конструкций, проведены сравнительные испытания способа полуавтоматической сварки сплошной проволокой в среде CO₂ и в смеси газов Ar + CO₂, а также тремя типами порошковой проволоки в CO₂. Приведены результаты анализа технических параметров сварки, характеристик полученных швов и прямых затрат на 1 метр шва. Рассмотрены возможности экономии затрат, трудоемкости сварки, повышения производительности труда и сокращения срока завершения заказов.

Риски инновационных проектов, их предупреждения и компенсация.

А. А. Мазур, Л. Б. Любовная, Л. Н. Понафиденко, Н. С. Бровченко

Отмечено, что на всех этапах инновационного проекта необходимо тщательно прорабатывать технические достоинства планируемого к разработке продукта и анализировать риски, потенциально мешающие выполнению ино-проекта. Указана градация возможных рисков, их оценка и способы снижения. Приведены маркетинговые и др. виды рисков, необходимые мероприятия и меры по предотвращению потенциальных рисков или их компенсации.

Технологическое управление качеством и эксплуатационными свойствами изделия в сварочном производстве

А. Г. Потапьевский, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Логинова, К. О. Артюх

Разработаны практические рекомендации по использованию инструментов системы управления качеством в компаниях для повышения конкурентоспособности. В результате исследований сбалансированной системы показателей (BSC) и анализа процессного подхода установлен перечень задач для внутренних процессов предприятий сварочного производства. Предложена система ключевых показателей технологического управления качеством в сварочном производстве. Приведена схема инструкции выхода на рынок ЕС, подчеркнута необходимость учета принципа презумпции соответствия.

**Зварювання металів та сплавів тертям.
Способи зварювання.**

Г. І. Лащенко

Представлено класифікацію способів зварювання металів та сплавів тертям. Відмічено, що найбільше поширення отримали способи конвенційного та інерційного зварювання тертям. Приведено схеми виконання процесів, технологічні цикли, основні переваги та недоліки обох видів зварювання. Розглянуто також інші способи зварювання тертям: комбіноване, радіальне, вібраційне, орбітальне, роликове та тертям із перемішуванням. Відмічені деякі основні переваги та недоліки згаданих способів зварювання тертям.

Чавуні вироби після відновлювальних робіт експлуатуються тривалий час

В. І. Панов

Описано технологічні основи та успішне застосування на Уралмашзаводі ремонтного зварювання чавунних виробів методами гарячого, напівгарячого і холодного зварювання. Наведено приклади виконання відновлювальних робіт без застосування зварювання плавленням. Відзначено, що відремонтовані чавунні конструкції експлуатуються тривалий час.

Техніко-економічне обґрунтування вибору способу зварювання. З досвіду роботи Київського суднобудівельного судоремонтного заводу та заводу «Ленінська кузня» при будівництві суднокорпусних конструкцій

С. Б. Чорний

Для визначення найбільш ефективного способу і вибору зварювальних матеріалів при зварюванні корпусних конструкцій, приведено порівняльні випробування способу напівавтоматичного зварювання суцільним дротом в середовищі CO₂ та в суміші газів Ar + CO₂, а також трьома типами порошкового дроту в CO₂. Приведено результати аналізу технічних параметрів зварювання, характеристик отриманих швів і прямих витрат на 1 метр шва. Розглянуто можливості економії витрат, трудомісткості зварювання, підвищення продуктивності праці та скорочення строку завершення замовлень.

Ризики інноваційних проектів, їх попередження та компенсація.

О. А. Мазур, Л. Б. Любовна, Л. М. Понафіденко, Н. С. Бровченко

Відзначено, що на всіх етапах інноваційного проекту необхідно ретельно пропрацювати технічні переваги продукту, що планується до розробки та аналізувати ризики, що потенційно заважають виконанню ино-проекту. Показано градацию возможных рисков, их оценку и способы снижения. Приведено маркетингові та інші види ризиків, необхідні заходи та міри із запобігання потенційним ризикам або їх компенсації.

Технологічне управління якістю та експлуатаційними властивостями виробів у зварювальному виробництві

А. Г. Потап'євський, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Логинова, К. О. Артюх

Розроблено практичні рекомендації з використання інструментів системи керування якістю в компаніях для підвищення конкурентоспроможності. В результаті досліджень збалансованої системи показників (BSC) та аналізу процесного підходу встановлено перелік задач для внутрішніх процесів підприємств зварювального виробництва. Запропоновано систему ключових показників технологічного управління якістю у зварювальному виробництві. Приведено схему інструкції виходу на ринок ЄС, підкреслено необхідність врахування принципу презумпції відповідності.

Анатолию Корнеевичу Царюку — 80 лет!



8 января 2017 г. исполнилось 80 лет известному специалисту в области сварочного материаловедения и технологии сварки энергомашиностроительных сталей, заведующему отделом Института электросварки им. Е. О. Патона, кандидату технических наук Царюку Анатолию Корнеевичу.

А. К. Царюк работает в Институте электросварки с 1959 г. после окончания сварочного факультета Киевского политехнического института.

Основным направлением его научной работы является разработка и усовершенствование технологических процессов и специализированной аппаратуры для механизированной сварки узлов паровых и газовых турбин, котлоагрегатов, корпусного оборудования и трубопроводов тепловой и атомной энергетики, а также для изготовления уникальных изделий тяжелого и химического машиностроения. Особое внимание он уделяет созданию прогрессивных сварочных материалов для механизированной сварки толстостенных соединений из теплостойких и жаропрочных сталей.

Большой заслугой А. К. Царюка является создание технологии и оборудования для механизированной сварки под флюсом в узкую разделку толстостенных конструкций с программным управлением процессом. Разработанная технология применена на Харьковском заводе «Турбоатом» при сварке роторов турбин с толщиной стенки 60–200 мм, на Краматорском заводе тяжелого машиностроения

при сварке корпусов цилиндров уникального гидропресса с толщиной стенки 600 мм, на заводе «Уралхиммаш» при изготовлении сварных конструкций толстостенных сосудов химического машиностроения.

При участии А. К. Царюка разработана технология автоматической сварки неплавящимся электродом в узкую разделку соединения главного циркуляционного трубопровода с коллектором парогенератора для энергоблоков АЭС.

В последние годы под руководством А. К. Царюка ведутся исследования современных теплоустойчивых сталей повышенной прочности применительно к созданию энергоблоков ТЭС нового поколения.

А. К. Царюк является автором около 100 научных работ. Он успешно совмещает научную и преподавательскую деятельность, принимает активное участие в подготовке технических экспертов, является членом ученого совета ИЭС им. Е. О. Патона.

Анатолий Корнеевич награжден орденом «За заслуги» III степени и почетным нагрудным знаком «За весомый вклад в развитие атомной энергетики Украины».

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

*Анатолия Корнеевича Царюка с юбилеем,
желают ему крепкого здоровья, долгих лет
плодотворной работы и новых творческих успехов!*

ЕС отменяет заградительные пошлины на украинские метизы



Еврокомиссия решила отменить антидемпинговые пошлины на импорт стальных канатов из Украины. Об этом сообщила заместитель министра экономического развития и торговли — торговый представитель Украины Наталья Микольская.

«Ожидаем в ближайшие дни, что Европейский Союз отменит антидемпинговую пошлину на импорт стальных канатов из Украины после почти девятнадцати лет их действия. Ждем официальной публикации решения», — подчеркнула она.

«Это были последние антидемпинговые меры против украинского экспорта в ЕС, которые фактически привели к полному закрытию европейского рынка для украинских производителей

метизов. Украинский производитель и Министерство экономического развития и торговли Украины активно работали с Европейской комиссией с 2014 г., что привело к существенному снижению антидемпинговых пошлин (до 10,5%) в 2015 г.», — уточнила Н. Микольская.

Ранее сообщалось, что ЕС ввел заградительные антидемпинговые пошлины на импорт стальных канатов и тросов китайского производства. Решение принято по обращению европейской ассоциации стальных производителей Eurofer.

www.minprom.ua

● #1641

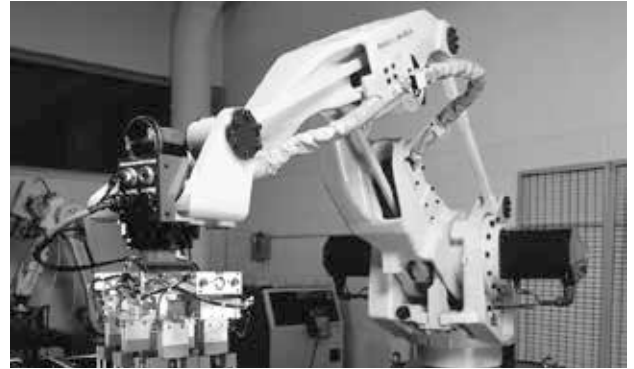
Глобальные расходы на робототехнику в 2016 г. превысили 91 млрд дол. США

Как полагают в IDC, общемировые расходы на промышленную робототехнику и сопутствующие услуги в ближайшие пять лет увеличатся более чем в два раза, с 91,5 млрд дол. США в 2016 г. до 188 млрд дол. США по итогам 2020 г. В обозначенной сумме аналитики учитывают расходы на роботизированные системы, системное аппаратное обеспечение, ПО и послепродажное обслуживание.

Рост интереса к промышленным роботам подкрепляется постоянными инновациями в отраслях промышленности, а также увеличением перечня выполняемых задач и сфер применения.

Традиционно, свыше половины расходов приходится на производство. В частности, по итогам 2016 г. на долю дискретного производства пришелся 31% расходов, причем львиная доля была связана с использованием робототехники в операциях сборки, сварки и покраски выпускаемой продукции. На процессное производство ушло 28% общих расходов на производство.

Следующими крупнейшими потребителями роботизированных систем стали добыча полезных



ископаемых (8 млрд дол. США), потребительские системы (6,5 млрд дол. США) и здравоохранение (4,5 млрд дол. США).

В настоящее время более двух третей от общемировых расходов приходится на регион APAC (включая Японию). Вторым крупнейшим регионом в 2016 г. стали страны ЕМЕА, объем расходов которых достиг 14,7 млрд дол. США.

www.ko.com.ua

● #1642

Достижения ПАО «Сумское НПО»

ПАО «Сумское НПО» вышло на финальную стадию производства части конденсатного насосного оборудования, предназначенного для Белорусской АЭС. По информации специалистов механосборочного цеха № 22, на которых возложена реализация данного проекта, три насоса из партии уже

готовят к отгрузке, еще три успешно прошли испытания и ждут заключения приемной комиссии. Всего, согласно условиям договора, сумские машиностроители должны изготовить и отправить на объект 12 мощных конденсатных насосов типа АКсВА 2000–100 и АКсВА 2200–220–2.

ПАО «Сумское НПО» находится на завершающем этапе выполнения заказа для ПАО «Укрнефть», предусматривающего поставку 16-метровой регенерационно-испарительной колонны К-2 для Качановского газоперерабатывающего завода (ГПЗ) на Ахтырщине. В ближайшее время продукцию планируется отгрузить заказчику. Оборудование предназначено для отделения этиленгликоля от воды методом ректификации. Регенерационно-испарительная колонна является вертикальным цилиндром с перегородками, сверху которого размещен дефлегматор для улавливания этиленгликоля — органического соединения, которое в сочетании с водой имеет более низкую температуру замерзания по сравнению с растворами на основе других гликолей. Благодаря этим и др. свойствам этиленгликоль широко используют в различных отраслях промышленности. Подобные производственные проекты привычны для коллектива сумских машиностроителей. Тем не менее, заводчане отмечают, что из-



готовление колонны высотой 16 метров с большим количеством колпачковых тарелок требует особого внимания и квалифицированного подхода. К слову, Качановский ГПЗ — самый мощный комплекс в системе ПАО «Укрнефть» по приему и подготовке газа. Ежегодно он осуществляет прием свыше 2 млрд м³ голубого топлива, что составляет 73% общей добычи компании. Основной продукцией завода являются сжиженный газ, нефть и конденсат.

www.frunze.com.ua

● #1643

Сварка металлов и сплавов трением. Способы сварки*

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

Практическое использование теплоты, выделяемой при трении, реализуют в процессах сварки, наплавки, формоизменения и упрочнения [1, 2]. Среди этих процессов наиболее широко распространена сварка трением.

Сварка трением – особый вид сварки давлением, при котором местный нагрев материала заготовок происходит в результате сухого трения их сопряженных поверхностей друг с другом или путем использования специального инструмента.

Классификация способов сварки трением в виде схемы показана на рис. 1. Наибольшее распространение получили способы 1 и 2. Сварку трением по способу 1 называют сваркой с непрерывным приводом или конвенционной сваркой [1]. **Конвенционная сварка** – разновидность сварки трением, при которой механическая энергия, постоянно поступающая от источника, непосредственно преобразуется в тепловую в тонких приповерхностных слоях металла, сопряженных



Рис. 1. Классификация способов сварки трением

Практическому использованию сварки трением положили начало опыты токаря-новатора А. И. Чудикова (1956 г.), получившие развитие в работах ВНИИЭСО (Россия) под руководством В. И. Вилля [1]. Эти работы послужили толчком для начала исследований сварки трением в США, Японии, Великобритании, Германии и других странах.

В 1960–1990 гг. процесс сварки трением интенсивно исследовали и внедряли в промышленность как в СССР, так и в других странах мира. В последние десятилетия интерес к сварке трением не только не снизился, но даже возрос.

и подлежащих соединению поверхностей свариваемых заготовок.

Наиболее распространенная схема выполнения **конвенционной сварки трением** (способ 1, А) показана на рис. 2. Технологический цикл этого способа состоит в следующем. Одной из заготовок сообщают вращательное движение, затем заготовки сближают и прикладывают к ним осевое усилие нагрева (в некоторых машинах для сварки трением предусмотрена предварительная притирка поверхностей). Стадию нагрева регламентируют в машинах временем нагрева или совместной деформацией заготовок. После торможения подвижной заготовки прикладывают усилие проковки.

* Начало публикации серии статей «Сварка металлов и сплавов трением»

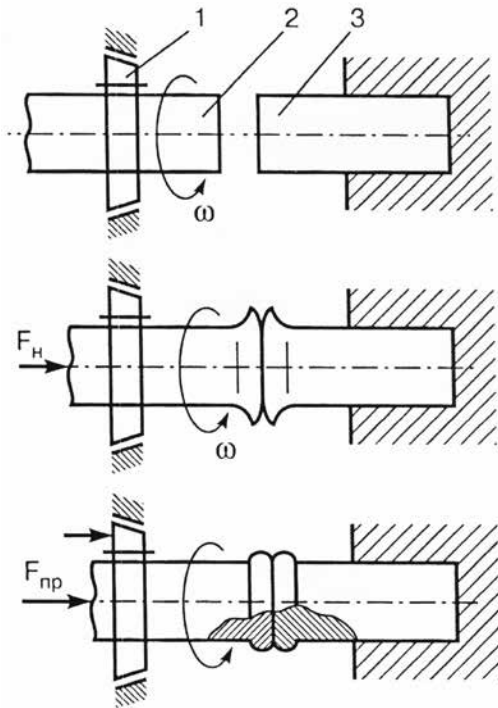


Рис. 2. Схема конвенциональной сварки трением с непрерывным приводом: 1 – тормоз; 2, 3 – свариваемые заготовки

К основным достоинствам конвенциональной сварки трением относят:

- высокую производительность (35–450 сварок в час) и небольшие потери металла;
- стабильность качества сварного соединения в широком диапазоне режимов сварки;
- простоту подготовки деталей к сварке;
- уменьшение припусков на сварку по сравнению с припусками при стыковой контактной сварке;
- уменьшение расхода электроэнергии в 5–10 раз и снижение мощности сварочного оборудования по сравнению с теми же показателями при стыковой контактной сварке;
- простоту автоматизации и контроля параметров режима сварки;
- отсутствие ультрафиолетового излучения, мощных магнитных полей, вредных газовых выделений и разбрызгивания расплавленного металла.

В качестве недостатков упомянутого способа сварки следует выделить:

- ограниченность вида соединения деталей (только стыковое и Т-образное соединение);
- ограниченность формы и размера сечения деталей. По экономическим соображениям наиболее

целесообразным считается диапазон сечений $(5-10) \times 10^4 \text{ мм}^2$.

Используют некоторые разновидности конвенциональной сварки трением (СТ), позволяющие в значительной мере преодолеть отмеченные выше недостатки (рис. 3).

Общим для этих способов является то, что свариваемые поверхности значительным усилием прижимают друг к другу и, вращая, перемещают. При этом в начальный момент разрушаются и вытесняются из стыков пленки различных загрязнений, стираются неровности на свариваемых поверхностях. В результате получается плотный контакт поверхностей и прекращается доступ воздуха к ним. В дальнейшем происходит быстрый нагрев тонких слоев металла свариваемых поверхностей. Часть нагретого металла с возможными остатками загрязнений вытесняется за пределы стыка.

После прекращения вращения деталей образование сварного соединения происходит при их совместной пластической деформации.

Отличительной особенностью способа 1 Г является выполнение сварки длинных труб с помощью вращения зажатого между ними относительно тонкого диска. По этому способу сварки в результате износа и нагрева диск 1 становится тоньше и при осадке срезается по диаметру, близкому к внутреннему диаметру свариваемых труб 2, а его периферийная часть в виде шайбы остается вваренной между торцами.

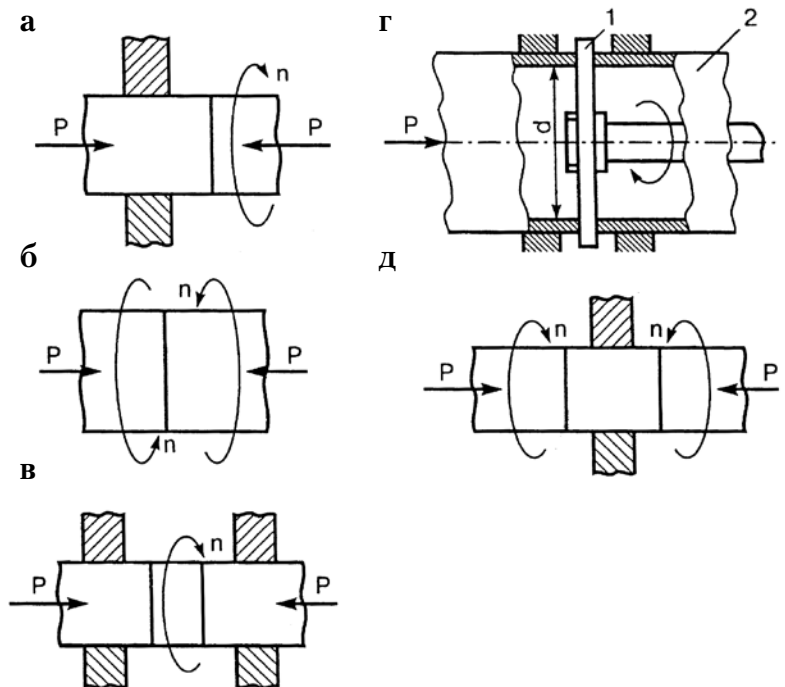


Рис. 3. Принципиальные схемы СТ с использованием: а – вращения одной детали; б – вращения обеих деталей; в – крайние заготовки неподвижны, средняя вращается; г – крайние заготовки неподвижны, вращается удаляемый после сварки диск; д – вращение концевых деталей

Инерционная сварка трением — этот способ запатентован фирмой Caterpillar Tractor Co (США) в 1962 г. Принцип инерционной сварки основан на использовании энергии, накопленной вращающимся маховиком, которая в процессе сварки преобразуется в теплоту. Шпиндель с насаженным на него маховиком заданной массы (рис. 4) разгоняют, затем привод отключают, а заготовки сжимают с заданным усилием. Сварка заготовок завершается в момент остановки шпинделя. В японском варианте инерционной сварки трением маховик устанавливают на шпинделе с закрепленной в нем неподвижной заготовкой, а вторую заготовку закрепляют в шпинделе оснащенном приводом и сообщают ей вращательное движение. При сжатии заготовок силы трения разгоняют шпиндель с маховиком. Момент выравнивания угловых скоростей заготовок соответствует завершению процесса сварки. Преимуществом этого способа является легкое удаление грата.

Среди достоинств инерционной сварки трением следует отметить:

- сокращение времени нагрева в несколько раз по сравнению с тем же временем при конвенциональной сварке трением;
- строгое дозирование энергии, расходуемой на сварку;
- расширение числа свариваемых сложных композиций материалов с резко отличающимися теплофизическими свойствами, а также улучшение свойств соединения при сварке сложных композиций материалов.

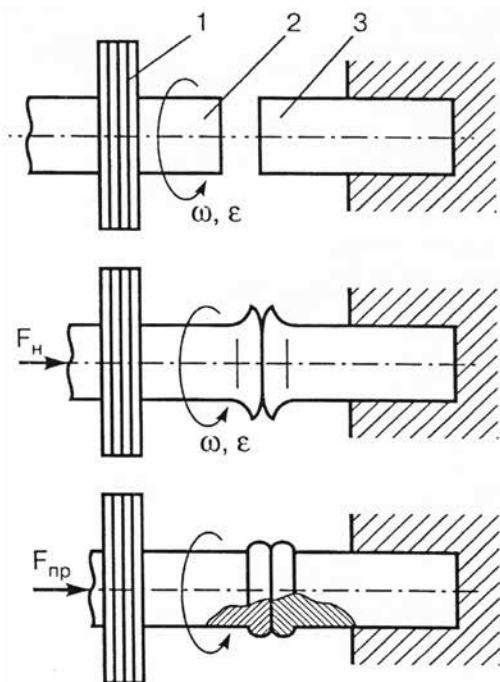


Рис. 4. Схема инерционной сварки трением: 1 – маховик; 2, 3 – свариваемые заготовки

К основным недостаткам инерционной сварки относятся:

- усложнение конструкции машин за счет использования дополнительных маховиков, вращающихся с большими скоростями;
- применение дополнительной операции смены маховиков при перестройке режима сварки;
- ужесточение условий работы упорных подшипников машин.

Способ **комбинированной сварки трением** сочетает преимущества способов конвенциональной и инерционной сварки. Вначале сварку выполняют с постоянной угловой скоростью, а затем привод отключают. Отрицательное угловое ускорение при этом должно быть таким, как и при инерционной сварке трением, для чего снижают скорость вращения шпинделя (рис. 1, способ 3 Б). Перспективным считают способ 3 В, при котором предварительный нагрев осуществляют по способу 1, затем привод отключают и в дальнейшем процесс протекает так же, как и при инерционной сварке трением. При достижении шпинделем частоты вращения $6-5 \text{ с}^{-1}$ его «мгновенно останавливают».

В 1966 г. Британским институтом сварки был разработан способ **радиальной сварки трением**. Для выполнения радиальной сварки трением торцы труб со скошенными кромками прижимают друг к другу с определенным усилием, затем их нагревают с помощью внутреннего или наружного секционного разжимного кольца, вращающегося с заданной угловой скоростью. После торможения осуществляют проковку шва. Однако этот способ из-за сложности конструкции и технологии не нашел широкого промышленного применения.

Способ **вибрационной сварки трением** (схема показана на рис. 5) более известен в мировой литературе как линейная сварка трением. Сварку выполняют при колебательных движениях в области трения одной из свариваемых деталей относительно другой с небольшой амплитудой и частотой порядка десятков герц (а). Данный способ применяют преимущественно для сварки пластмасс. При варианте «б» выполняют сварку при возвратно-поступательном движении одной вращающейся заготовки.

Основным преимуществом способа вибрационной сварки трением является возможность соединения двух взаимно сориентированных деталей, деталей с произвольным профилем сечения, а также одновременной сварки на одной машине нескольких пар однотипных деталей. Основные недостатки указанного способа — сложность выполнения, невозможность выполнения сварки тонкостенных деталей, значительный шум при работе машины.

В 1971 г. фирмой Friction Welding Co был разработан способ **орбитальной сварки трением**

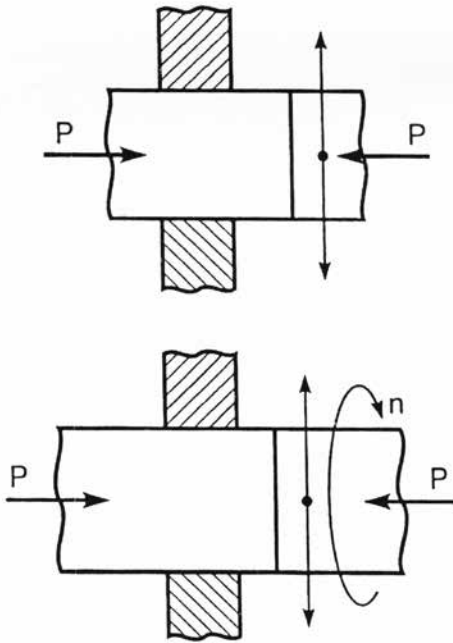


Рис. 5. Схема вибративной (линейной) СТ: а – колебательные движения одной свариваемой детали относительно другой; б – колебательные движения одной свариваемой детали с вращением

(рис. 6). Суть способа заключается в том, что подвижную деталь без вращения перемещают по круговой орбите относительно неподвижной детали. После нагрева поверхностных слоев эксцентриситет e уменьшают до нулевого значения и выполняют проковку шва.

Орбитальная сварка трением позволяет сваривать заготовки, имеющие сечение произвольной формы, при одинаковом относительном перемещении всех точек контактных поверхностей, обеспечивая тем самым равномерный нагрев в зоне соединения. К недостаткам орбитальной сварки относят сложную конструкцию машин и ненадежность зажимных устройств вследствие действия на них значительных инерционных сил. Способ **роликовой сварки трением** разработан фирмой Gook Technologies (Великобритания). При выполнении сварки этим способом к сжатым заготовкам из листового материала подводят ролик, вращающийся с угловой скоростью 1600 рад/с. Скорость его перемещения относительно свариваемых заготовок составляет 0,1–2,0 мм/с. Удельное усилие на ролик 0,2–0,5 МПа. Вращающийся ролик за счет трения инициирует выделение тепловой энергии и генерирует ультразвуковые колебания, способствующие разрушению оксидных пленок.

Применение роликовой сварки перспективно для соединения тонколистовых материалов.

В последние годы появились новые предложения, развивающие описанный способ сварки [3].

Способ **сварки трением с перемешиванием** (СТП, английский эквивалент FSW) был запатентован Британским институтом сварки в 1991 г. Отличительной особенностью способа (рис. 7) является использование специального термостойкого нерасходуемого вращающегося инструмента с утолщенной частью – заплечиком (буртом) и выступающей частью – штырем (стержнем). Вращающийся штырь погружают в свариваемые детали, в результате трения выделяется теплота и металл переходит в тестообразное состояние. После этого инструмент, перемещаясь, образует непрерывный шов [2].

Сварку этим способом применяют в основном для создания материалов со сравнительно низкой температурой плавления, прежде всего алюминиевых и магниевых сплавов. В настоящее время известен ряд успешных промышленных решений по сварке указанным способом медных, никелевых и титановых сплавов, а также сталей различного состава.

Другой разновидностью сварки трением с перемешиванием является процесс с использованием в качестве рабочего инструмента расходуемого прутка, предложенный Х.А. Тягаром [4]. Сущность этого способа сварки (наплавки) заключается в том, что при трении торца прутка требуемого состава о поверхность заготовки происходит их разогрев до пластического состояния и образование металлических связей между ними.

К основным достоинствам способа сварки трением с перемешиванием нерасходуемым инструментом обычно относят следующие:

- свойства основного металла в зоне соединения сохраняются лучше, чем при сварке плавлением,

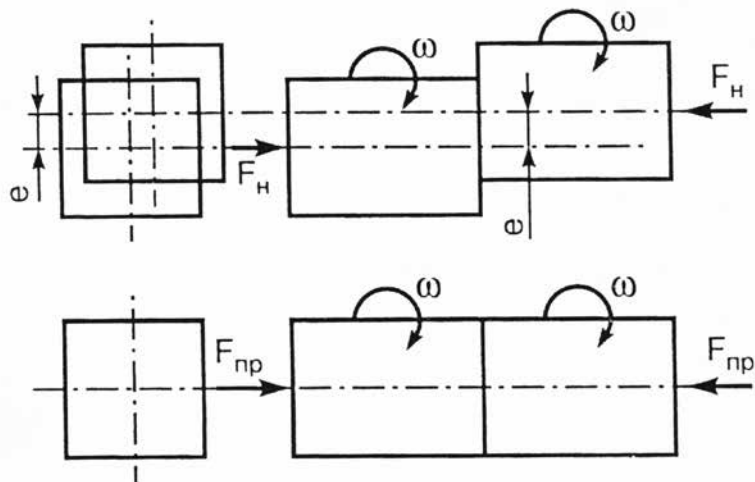


Рис. 6. Схема орбитальной СТ: а – стадия нагрева; б – стадия проковки

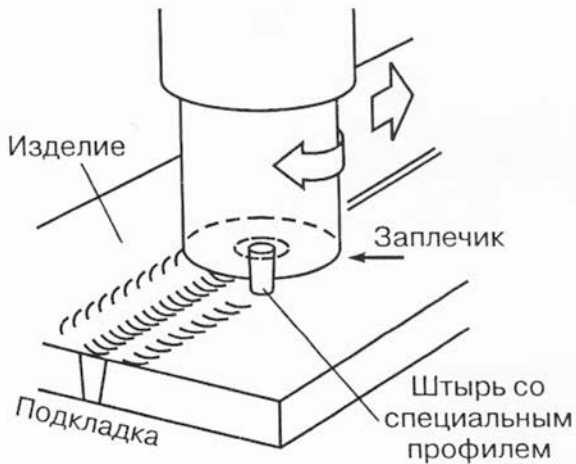


Рис. 7. Схема процесса сварки трением с перемешиванием

т.к. максимальная температура в зоне шва не превышает $0,8 T_{пл}$;

- меньший уровень остаточных напряжений и деформаций сварных соединений;
- возможность получения соединений во всех пространственных положениях;
- возможность получения качественных швов на сплавах, трудно свариваемых плавлением;
- высокую эффективность использования электроэнергии и др.

Основные недостатки способа:

- необходимость применения громоздкого сварочного оборудования;
- необходимость конструирования и изготовления специального нерасходуемого инструмента под соответствующий тип соединений;
- необходимость применения вводных и выводных планок для получения качественных швов по всей длине заготовок;
- образование в конце кольцевого шва отверстия, равного диаметру штыря инструмента и др.

Литература

1. Сварка трением: Справочник / Под общ. ред. В. К. Лебедева, И. А. Черненко, В. И. Виля. — Л.: Машиностроение, 1987. — 236 с.

2. Лащенко Г. И. Современные технологии сварочного производства. — К.: «Экотехнология», 2012. — 720 с.

3. Штрикман М. М., Кашук Н. М. Комбинированная фрикционная сварка // Сварочное пр-во. — 2011. — № 2. — С. 25–28.

4. Тяяр Х. А. Сварка трением как способ восстановления изношенных деталей // Сварочное пр-во. — 1959. — № 10. — С. 23–24.

• #1644

СВАРКА и РЕЗКА

17-я международная специализированная
выставка оборудования, приборов
и инструментов для сварки и резки

4-7.04.2017

Порошковая металлургия
16-я международная специализированная выставка

Защита от коррозии. Покрытия
Международная специализированная выставка

Металлообработка
13-я международная специализированная выставка

Беларусь, Минск,
пр-т Победителей, 20/2
Футбольный манеж

Организатор:

МИНСКЭКСПО

Тел.: +375 17 226 98 58
+375 17 226 90 83
Факс: +375 17 226 98 58
+375 17 226 99 36
E-mail: e_fedorova@solo.by

Генеральный
информационный
партнер:

Чугунные изделия после восстановительных работ эксплуатируются длительное время*

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

Согласно диаграмме состояния «железо-углерод» [1] чугунами называются сплавы железа с углеродом при содержании последнего свыше 2,12% (2,14%). Углерод может присутствовать в чугуне в виде графита и цементита Fe₃C. Кроме этого, в чугуне обычно содержатся кремний (до 3%), марганец (до 1%), сера, фосфор. В чугуне могут присутствовать легирующие добавки — хром, никель, ванадий, алюминий, магний и др. Кремний способствует выделению углерода в виде графита в свободном состоянии, образуя мягкий серый чугун. Сравнительно низкая прочность серого чугуна объясняется наличием в нем включений свободного графита. Он находится в виде тонких пластинок, образующих множество искусственных трещинок. Шаровидная форма графита характерна для высокопрочного чугуна, который используется для производства ответственных изделий (литые корпуса обжиговых тележек агломерационных линий и др.). Марганец химически связывает углерод с железом, образуя цементит. Сера способствует краснотелости, т.е. образованию трещин при нагреве, при ее избытке чугун становится тугоплавким. Фосфор придает дополнительную хрупкость.

Хорошие литейные качества чугунов, высокая сопротивляемость вибрационным нагрузкам, малая изнашиваемость при трении металла о металл и другие положительные качества позволяют чугунам находить широкое применение не только в машиностроительных изделиях, но и в технологическом оборудовании: так называемая «посуда» литейного производства (среди них — изложницы, надставки и подставки к ним); станины механо-обрабатывающих станков механосборочного производства и др. Однако, по целому ряду причин постоянно существует потребность в ремонтной электрической дуговой сварке чугунных изделий.

Чугун относят к классу трудно свариваемых материалов по следующим причинам.

1. В расплавленном состоянии чугун жидко-

текуч и полностью лишен пластичности при плавлении и затвердевании. Он переходит из жидкого состояния в твердое, минуя пластичную фазу.

2. Низкая температура плавления чугуна и быстрый переход из жидкого состояния в твердое способствует появлению пор в швах, поскольку при сварке выделяется большое количество газообразного оксида углерода.

3. При нагреве чугуна свыше 900 °С происходит превращение графита в цементит (явление отбела) с такой высокой твердостью, что делает невозможным его механическую обработку.

4. Чугун обладает очень малой пластичностью, под действием растягивающих термических напряжений, превышающих его предел прочности, чугунные детали могут разрушаться.

5. Появлению трещин способствует местный (локальный) нагрев до температуры выше 100 °С.

6. На свариваемость чугуна оказывает влияние характер распределения графита. Лучше сваривается чугун, в котором графит содержится в виде мелких пластинок (серый чугун) или имеет шаровидную форму (высокопрочный чугун). Чугун с крупными включениями графита плохо поддается сварке.

7. В фасонных отливках сложной формы структура чугуна может быть различной, что создает дополнительные трудности. Поэтому сварка должна выполняться высококвалифицированным сварщиком.

К этому следует добавить крайне сжатый график выполнения ремонтных работ, установленный сроками выполнения производственной программы.

Сварке не подлежат:

- детали, работающие в условиях смазки, т.к. выжечь масло практически невозможно;
- детали, длительное время эксплуатируемые при высокой температуре, которая способствует выгоранию углерода (так называемый «горелый чугун»).

Не каждая марка чугуна может подвергаться сварке из-за обильного кипения ванны расплавленного металла.

* Опыт Уралмашзавода

В 1934 г. вышел приказ директора Уралмаш-завода о создании участка по ремонтной сварке чугунных изделий, с тех пор накоплен значительный опыт в этом направлении. Основу ремонтной сварки чугунных изделий заложил В. Е. Волынок [2], значительный вклад внес В. А. Батманов [3, 4], их ученики продолжили развитие технологических основ сварки серого, высокопрочного, модифицированного, легированного (в том числе и хромистого), износостойкого (типа ИЧХ) и других видов чугуна.

Технология ремонтной сварки зависит от вида чугуна. Его определяют по величине химического эквивалента углерода $C_{\text{ЭКВ}}$. Для серых чугунов:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + 0,3 (Si - P) \text{ или } C_{\text{ЭКВ}} = C + \frac{Si}{3}$$

При $C_{\text{ЭКВ}} < 4,26$ чугун является доэвтектическим; при $C_{\text{ЭКВ}} = 4,26$ – эвтектическим; при $C_{\text{ЭКВ}} > 4,26$ – заэвтектическим.

При удалении дефектов форма разделки в подавляющем большинстве случаев близка к конфигурации удаленного дефекта (рис. 1).

Устранение дефектов и подготовку разделок в случае поломки деталей (угол разделки в этом

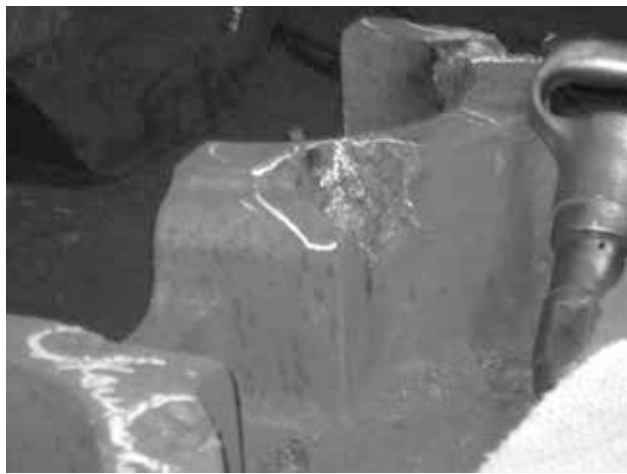


Рис. 1. Фасонная отливка готова к ремонтной сварке

случае колеблется от 60 до 90 °) предпочтительно производить слесарным путем с использованием пневматического молотка с остро заточенным зубилом с закаленным концом. Особенно это удобно при удалении трещин: их концы легко определяются по окончанию раздвоения стружки. Другое достоинство этого способа подготовки разделки под сварку заключается в отсутствии необходимости зачистки кромок разделок абразивным кругом. Поскольку металл не подвергается нагреву (отбел отсутствует) он легко сверлится для на-

резания резьбы под установку завертышей в виде стальных шпилек (рис. 2) или болтов М8 – М10.

Засверловку концов трещин перед разделкой этого дефекта производят не в каждом случае,



Рис. 2. Разделка с установкой завертышей (стальных шпилек М6 – М8)

а если и производят, то конец сверла затачивают под угол 90 °. Эту операцию выполняют не на полную глубину трещин: как только кончик сверла начинает проходить сквозь стенку, сверление прекращают.

В редких случаях допускается применение воздушной – дуговой строжки пластинчатым графитизированным электродом.

Трудность работы с чугуном вызвала появление различных специфических способов его сварки. Твердо рекомендовать какой-либо из них для сварки определенных деталей весьма затруднительно, так как чугун одной и той же марки может иметь различную структуру. Как упоминалось ранее, даже у одной корпусной детали со стенками различной толщины может быть различная структура чугуна.

Существующие способы сварки чугунов можно разбить на две группы. В первую группу входит получение наплавленного металла в виде чугуна с заданными свойствами, близкими к свойствам основного металла детали. Такой металл можно получить только методом горячей сварки (общий предварительный и сопутствующий подогревы до 650–700 °С). Подогрев изделия создает условия для сравнительно равномерного нагрева и более медленного охлаждения металла после сварки, что обеспечивает графитизацию чугуна – выделение углерода в виде графита и предотвращает его выделения в виде свободного цементита (вызывающего так называемый отбел в зоне термического влияния). Сварное соединение легко поддается механической обработке. Для этой цели используются специальные электроды, разработанные В. А. Батмановым, основу которых составляют чугунные прутки с нанесенным на них качественным покрытием.

Для механизированной сварки используют порошковую проволоку типа ППЧ, разработан-

ную в ИЭС им. Е.О. Патона. В качестве примера можно привести восстановительные работы по удалению сквозной трещины в цилиндре для вытяжки газовых баллонов высокого давления (Первоуральский Старотрубный завод), выполненную последователями В.А. Батманова (электросварщик И.Н. Дикий, технолог Л.И. Кузнецов). Горячая сварка чугуна связана со значительными первоначальными затратами, смысл которых сводится к предупреждению утечки металла, расплавленного в процессе сварки.

Для предупреждения вытекания жидкотекучего металла сварочной ванны, а в ряде случаев для придания наплавленному металлу соответствующей формы, место сварки формуют, используя материалы, применяемые в литейном производстве нашего предприятия.

Детали небольшого развеса (до 300 кг) сваривают способом полугорячей сварки (общий предварительный и сопутствующий подогревы до температуры 150–200 °С), используя для этой цели термические печи или временные горны. Примером удачной полугорячей сварки стальными электродами типа Э50А является удаление сквозной трещины длиной 120 мм в чугунном цилиндре (толщина стенки 60 мм) свезабивной машины. Трещину удалили бор-фрезой шаровидной формы, закрепленной в ручной пневматической машинке.

Наш завод имеет большой опыт ремонтной механизированной сварки керамическими стержнями (разработка ЦНИИТМАШа) в сочетании с проволокой Св08Г2С [5].

Следует отметить, что сварка даже при относительно невысокой температуре нагрева ремонтируемого изделия (в том числе с использованием стальных пластин) создает определенные физиологической сложности для организма электросварщика.

Вторая группа сварочных работ связана с получением состава наплавленного металла, отличного от состава чугунов. В этом случае выполняется холодная сварка и температура автоподогрева не должна превышать 50–60 °С, иначе возникает опасность образования холодных трещин типа отрыва по линии сплавления. Вследствие быстрого охлаждения наплавленный металл может закалиться (вырастает вероятность образования холодных трещин), а в зоне термического влияния (на участке, нагреваемом до температуры 900 °С и выше) возможно образование цементита (отбела), тем не менее обстоятельств, вызывающих обращение к этому способу сварки, очень много.

Среди них:

- устранение дефектов в отливках сложной формы, в том числе и на внутренних поверхностях, когда применить предварительный подогрев невозможно (рис. 3);
- устранение поломок чугунных заготовок при их перевозке из чугунолитейного цеха в обрубной цех;



Рис. 3. Устранение дефектов внутри отливки корпуса бурового насоса. Материал – серый чугун

- восстановление изломанных заготовок в процессе обрубных или отделочных работ;
- восстановление не отлитых частей заготовок сложной формы или доведение размеров заготовок до их чертежных значений, в том числе с использованием стальных пластин;
- исправление дефектов на механически обработанных поверхностях отливок;
- восстановление работоспособности деталей технологического оборудования, разрушенных в процессе эксплуатации.

Специфические свойства чугунов (ферритно-перлитного, перлитного с пластинчатым графитом, высокопрочного с шаровидным графитом и др.) оказывают влияние на разработку технологических процессов и выбор сварочных материалов. При оценке различных приемов и выборе присадочных материалов существенное значение имеет назначение ремонтируемой детали, требования к свойствам металла сварного соединения (прочностные показатели, наличие отбела, влияющего на обрабатываемость механическим путем и др.).

При этом выполняются:

- сварка, обеспечивающая получение в металле шва низкоуглеродистой стали и ее комбинации с цветными металлами (порошковой проволокой марки ПАНЧ-11, содержащей 94–96% никеля и др.);

- сварка материалами аустенитного класса (особенно в случае ремонтной сварки жаропрочных чугунов);
- сварка цветными металлами и их сплавами, которые легко поддаются проковке зубилами специфической формы, что способствует получению плотных швов.

В основе применяемых приемов холодной сварки лежит использование различных по своему составу и назначению присадочных материалов — чугуновых, стальных, никелевых, железоникелевых, медно-никелевых, медно-железных, медных и др.

К несомненным удачам следует отнести устранение сквозной трещины длиной 1460 мм в чугунной станине (толщина 90 мм) прокатного стана для одного из уральских металлургических заводов (электросварщик А. К. Мотошков, слесари-обрубщики В. С. Русаков и В. И. Попов).

В качестве успешного примера выполнения холодной сварки можно привести изготовление памятника «Петр Великий и Акинфий Демидов» (скульптор К. В. Грюнберг), созданного в честь 300-летия металлургии Урала (рис. 4) и установ-



Рис. 4. Литосварной памятник «Петр Великий и Акинфий Демидов». Материал — серый чугун, длина сварных швов 130 м. Сварочные материалы — электроды из монель-металла. Толщина сваренного металла 20–40 мм (на заднем плане — легендарная «падающая» башня).

ленного в г. Невьянске, бывшей столице «империи» Демидовых.

В нашей практике на не ответственные узлы для придания товарного вида наносится эпоксидная смола, но она отличается хрупкостью. В других же случаях традиционные методы восстановления деталей узлов с использованием сварки металлическими или угольными электродами сочетаются с холодной сваркой в молекулярном виде (ХСМВ), которая основана на применении композиционных материалов (металлополимеров), обеспечивающих простоту ремонтных работ и надежность восстановленных машин [6]. Металлополимеры применяют в виде паст, гелей и др., которые представляют собой двухкомпонентные системы различных смол и металлических наполнителей. Они легко наносятся, не требуют специального инструмента и высокой квалификации работников. Нанесенная композиция поддается механической обработке с высокой степенью точности. Восстановленная поверхность отличается достаточной прочностью, абразивной и химической стойкостью, не ржавеет, выдерживает высокие удельные нагрузки и работает в широком диапазоне температур.

Применительно к деталям рассматриваемого класса в зависимости от конкретно выполняемой работы наиболее часто используются металлополимеры, выпускаемые всемирно известными предприятиями: фирмами Лео и Бельзона (пасты), Quiksteelplus, White Titan, Tuff Bronze, Супер — медь, Термосталь (стики) и другие композиции. Диапазон исправленных деталей широк:

- дефекты отливок (рис. 5, 6);
- дефекты, вскрывшиеся при заключительной механической обработке (рис. 7);
- восстановление поломанных базовых деталей



Рис. 5. Устранение недоливов в роторе насоса. Чугун ВЧ50

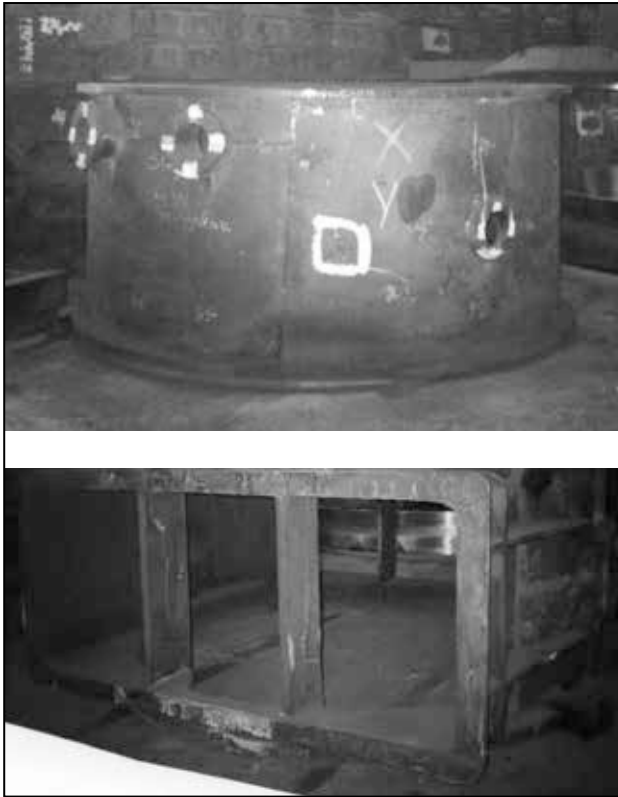


Рис. 6. Царги адсорбционного и другого вида колонного оборудования для производства соды. Модифицированный чугун СЧ20ХН



Рис. 7. Устранение литейных дефектов в ручьях высокооборотного шкива бурового насоса. Чугун СЧ25

тяжело нагруженных механообрабатывающих станков (станины, суппорты и др.), особенно, когда требуется сохранить геометрию изделия;

- устранение течи маслопроводов при давлении масла до 12 атм. (без установки усиливающего стального фартука) и др.

На одном из заводов металлоконструкций чугунная крышка заводского компрессора для получения сжатого воздуха разрушилась на 8 частей. Основную сварку по воссоединению крышки

под нашим авторским надзором выполнили «на холодно» медными электродами с покрытием «Комсомолец». Однако при давлении охлаждающей воды 10 кгс/см^2 , швы «текли». Течь была устранена путем применения жидкого металлополимера, разработанного специалистами Уралмашзавода. Компрессор успешно эксплуатируется около 20 лет. Затраты на приобретение нового компрессора составили бы не менее 450 тыс. руб. (цены 1998 г.).

В ряде случаев (станины механообрабатывающих станков) при отсутствии течи масла сквозные трещины (время и причины образования которых установить невозможно) не устраняли, а ограничивались засверловками их концов и проведением наблюдения за поведением трещин. При выполнении ремонтных работ (барабаны скиповых лебедок доменных печей) на открытом воздухе в условиях низкой температуры (до минус 20°C) и сильном ветре на образовавшиеся сквозные трещины наводили пластыри (стальные пластины толщиной 6–10 мм) с прокладкой слоя жидкой резины.

В качестве контроля плотности сварных соединений наиболее широко применяется керосиновая проба. При гидравлических испытаниях при незначительных «потливости» или течи воды дефектные места подвергаются зачеканке при снятом давлении и последующем повторном гидравлическом нагружении.

Литература

1. Богачев И. П. Металлография чугуна. — Свердловск; М.: Металлургиздат. — 1962. — 362 с.
2. Вольинко В. Е. Дуговая сварка в ремонтном деле. — Свердловск; М.: ОГИЗ. — 1933. — 112 с.
3. Батманов В. А. Холодная сварка чугуна. — Свердловск: Машгиз. — 1957. — 105 с.
4. Батманов В. А. Сварка в ремонте оборудования (сварка чугуна). — Свердловск; М.: — Машгиз — 1960. — 168 с.
5. Панов В. И., Кудинов В. Д. О методике измерения η_u при многопроходной сварке керамическими стержнями // Автоматическая сварка — 1973. — № 9. — С. 43–44.
6. Малюгин С. В., Смирнов М. М., Давыдкин Н. В., Малюгин А. С. Ремонт технологического оборудования компаундами на основе синтетических смол и высокодисперсных наполнителей. // Сварщик в России. — 2006. — № 1. — С 9–11.

● #1645

Технико-экономическое обоснование выбора способа сварки.

Из опыта работы Киевского судостроительного судоремонтного завода и завода «Ленинская кузница» при строительстве судокорпусных конструкций

С. Б. Черный (Киев)

В производственной практике технико-экономическое обоснование применения того или иного технологического процесса сварки проводится не экономистами, а технологами сварочного производства. На каждом предприятии, где сборка и сварка металлоконструкций является ведущим технологическим процессом, вырабатываются свои собственные методики укрупненных расчетов технико-экономических показателей. Например, расход электродной проволоки рассчитывается в количестве 1–3% от веса сваренной металлоконструкции, расход защитного газа – в 1,2 раза, а флюса в 1,1 раза больше, чем расход электродной проволоки.

Трудоемкость изготовления металлоконструкции складывается из трудоемкостей сварки и сопутствующих процессов (сборки, зачистки, правки, покраски), которые рассчитываются в процентном отношении от трудоемкости сварки. Трудоемкость сварки определяется на основании массы наплавленного металла, коэффициента наплавки, режимов сварки и интенсивности труда сварщиков.

Для установления показателя интенсивности работы сварщиков, отделом главного сварщика завода «Ленинская Кузница» совместно с ИЭС им. Е. О. Патона, была получена диаграмма продолжительности горения дуги полуавтомата в корпусном цехе при поточно-позиционной организации работы в течение месяца. Расшифровка записи показала, что среднее время горения дуги в течение смены составляет два часа или 25% рабочего времени. Для сравнения, в информационном проспекте фирмы «Plimouth» указано, что время горения дуги, как правило, составляет 5–20% всего рабочего времени.

При автоматической сварке интенсивность труда значительно выше. При сварке под флюсом сварочным трактором интенсивность труда воз-

растает до 50%, а на автоматизированных линиях или роботизированных комплексах – более 70% рабочего времени.

С целью определения наиболее эффективного способа полуавтоматической сварки и выбора сварочных материалов при сварке корпусных конструкций в условиях заводской лаборатории Киевского судостроительного судоремонтного завода (КССРЗ) были проведены сравнительные испытания способов сварки: сплошной стальной проволокой в среде CO_2 и в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$, по международной классификации ISO 4063 135 (MAG), а также полуавтоматической сварки тремя типами порошковой проволоки в среде активного газа 136 (MAG).

Сплошная проволока соответствовала G463MG3Si1 по EN440, EN ISO 14341, что означает: G – для электродуговой сварки в защитных газах; 46 – минимальный предел текучести наплавленного металла 460 Н/мм²; 3 – (–30)°С – температура испытаний на определение работы удара не менее 47 Дж; M – защитный газ из группы M2 по EN439, EN ISO, G3Si1 – символ для обозначения химического состава проволочного электрода.

Три типа прошедших испытания порошковых проволок №№ 1, 2, 3 соответствовали: T462RCM1H5, T422RC3H10, T464PC1H5 по EN758, что означает:

T – порошковая проволока; 46 и 42 – минимальные пределы текучести наплавленного металла 460 и 420 Н/мм²; 2 – (–20 °С) и 4 – (–40 °С) – температуры испытаний на определение работы удара не менее 47 Дж; R – рутиловая проволока с медленно (№ 1, 2) и быстро (№ 3) застывающим шлаком; C и M – защитные газы соответственно группам C1 и M2 по EN439, EN ISO; 1 (№ 1, 3) – во всех пространственных положениях; 3 (№ 2) – стыковое соединение в нижнем положении; тавровое – горизонтальное в нижнем; H5 (№ 1, 3) –

минимальное и Н10 (№ 2) — максимальное содержание водорода в наплавленном металле 5 мл/100 г и 10 мл/100 г.

Сплошная и порошковые проволоки имели положительные отзывы ряда классификационных обществ в области судоходства: ABS, BV, DNV GL, LRS, GL. По правилам GL сплошная и порошковая № 2 проволоки соответствовали категории прочности 3YS, а порошковая № 3 — категории 3Y40SH5.

В качестве контрольного соединения было выбрано тавровое Т1 по ГОСТ 14771–76. Тавровые соединения без разделки кромок по суммарной протяженности составляют до 90% всех соединений в секциях корпуса судна. По правилам классификационных обществ, для сварки корпусных конструкций минимальная высота шва таврового соединения без разделки кромок должна соответствовать:

$a_{\min} = \sqrt{(t_1 + t_2)} / 3$ мм, но не менее 3 мм, и не более $0,7 \times t_{\min}$.

Учитывая, что катет шва (длина катета «z») составляет: $1,4 \times a$ (a – высота шва), размер катета шва равный 5 мм является наиболее распространенным, поскольку охватывает диапазон наименьших толщин привариваемых деталей до 14 мм.

Режимы сварки и размеры полученных швов приведены в табл. 1, 2, 3.

Сварка проб выполнялась на режимах, соответствующих процедурам сварки WPS, одобренными классификационными обществами GL, LRS, MPC, PCY. Катеты и высоты всех полученных швов соответствуют требованиям ГОСТ 14771–76 и ISO 6520 N503 для заданного катета 5 мм. Незначительное превышение размеров некоторых швов не является критичным, учитывая то, что допускается зазор при сборке судокорпусных конструкций до 2 мм с соответствующей компенсацией за счет увеличения

Таблица 1. Параметры сварки проб в нижнем положении (PB)

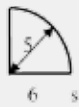

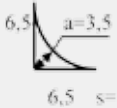
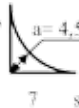
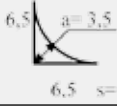
Сочетание сварочных материалов	Напряжение хол. хода / дуги, В / В		Сварочный ток, А	Длина шва, мм	Время сварки, сек	Форма и размеры шва, мм / мм ²
сплошная проволока G463MG3Si1 в среде CO ₂ (C1)	38	32	300	207	31	 6 s=22,6
G463MG3Si1 в среде Ar+CO ₂ (M21)	37	30	300	208	31	 6 s=22,6
порошковая проволока T462RCM1H5 в среде CO ₂ (C1)	40	32	280	161	17	 6,5 a=3,5 s=14,9
T422RC3H10 в среде CO ₂ (C1)	40	34	260	194	19	 7 a=4,5 s=20,8
T464PC1H5 в среде CO ₂ (C1)	40	32	280	209	17	 6,5 a=3,5 s=14,9

Таблица 2. Параметры сварки проб в вертикальном положении снизу-вверх (PF)

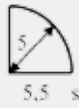
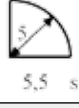
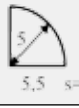
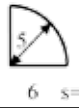
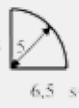
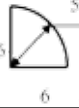
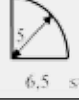
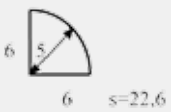
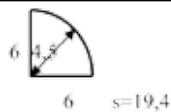
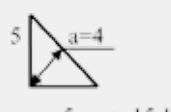
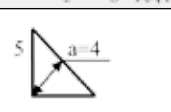
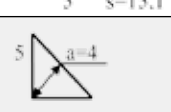
Сочетание сварочных материалов	Напряжение хол. хода / дуги, В / В		Сварочный ток, А	Длина шва, мм	Время сварки, сек	Форма и размеры шва, мм / мм ²
сплошная проволока G463MG3Si1 в среде CO ₂ (C1)	23	20	160	206	110	 5,5 s=21,6
G463MG3Si1 в среде CO ₂ (C1)	29	23	220	204	84	 5,5 s=21,6
G463MG3Si1 в среде Ar+CO ₂ (M21)	23	20	155	206	100	 5,5 s=21,6
G463MG3Si1 в среде Ar+CO ₂ (M21)	29	24	240	210	72	 6 s=22,6
порошковая проволока T462RCM1H5 в среде CO ₂ (C1)	24	20	150	212	88	 6,5 s=24,6
T422RC3H10 в среде CO ₂ (C1)	24	20	130	213	75	 6 a=5,5 s=25,7
T464PC1H5 в среде CO ₂ (C1)	24	20	140	203	85	 6,5 s=24,6

Таблица 3. Параметры сварки проб в вертикальном положении сверху-вниз (РГ)

Сочетание сварочных материалов	Напряжение хол. хода / дуги, В / В		Сварочный ток, А	Длина шва, мм	Время сварки, сек	Форма и размеры шва, мм / мм ²
сплошная проволока G463MG3Si1 в среде CO ₂ (C1)	25	21	170	209	60	
G463MG3Si1 в среде Ag+CO ₂ (M21)	25	20	200	203	59	
порошковая проволока T462RCM1H5 в среде CO ₂ (C1)	26	21	210	215	46	
T422RC3H10 в среде CO ₂ (C1)	26	21	220	226	45	
T464PC1H5 в среде CO ₂ (C1)	26	21	200	210	46	

высоты шва. Необходимо отметить, что текучесть металла сварочной ванны связана с особенностями сочетаний сварочных материалов. Сварка сплошной проволокой в смеси M21 дает незначительное повышение текучести сварочной ванны, возраста-

ющей с повышением сварочного тока. Сварочная ванна при сварке всеми видами порошковой проволоки обладает повышенной текучестью, что способствует получению более рациональной формы шва при сварке в нижнем положении и вертикальном сверху-вниз, однако, при сварке в положении снизу-вверх повышенная растекаемость сварочной ванны не дает положительного эффекта, а наоборот, несколько увеличивает сечение шва. Наибольшая площадь сечения шва 25,7 мм² получена при сварке порошковой проволокой T422RC3H10 (№ 2) с медленно застывающим шлаком в вертикальном положении снизу-вверх. При сварке этой же проволокой сверху-вниз получено сечение 15,1 мм², что не отличается от швов, полученных двумя другими типами порошковых проволок. Расход сварочных материалов и, соответственно затраты, напрямую связаны с площадью сечения шва.

Результаты взвешиваний проб и сварочной проволоки до и после сварки, а также параметры производительности сварки приведены в табл. 4, 5, 6.

Таблица 4. Результаты взвешиваний проб и параметры наплавленного металла при сварке в нижнем положении (РВ)

Сварочные материалы	Масса пробы до сварки	Масса проволоки до сварки	Масса расплавленной проволоки	Потери на разбрызгивание и образование шлака	Длина шва	Время сварки	Скорость сварки	Коэффициент наплавки
	Масса пробы после сварки	Масса проволоки после сварки	Масса наплавленного металла					
	г	г	г	%	мм	сек	м/час	г/А*час
G463MG3Si1 (C1)	$\frac{571}{611}$	$\frac{100,9}{60}$	$\frac{40,9}{40}$	2,2	207	31	24	15,5
G463MG3Si1 (M21)	$\frac{566}{607}$	$\frac{97,5}{55}$	$\frac{42,5}{41}$	3,7	208	31	24	15,9
T462RCM1 (C1)	$\frac{573}{601}$	$\frac{91,5}{57,5}$	$\frac{34}{28}$	21,4	161	17	34	21,2
T422RC3H10 (C1)	$\frac{570}{606}$	$\frac{84}{39,4}$	$\frac{44,6}{36}$	23,9	194	19	36,8	26,2
T464PC1H5 (C1)	$\frac{565}{599}$	$\frac{90,8}{54,5}$	$\frac{36,3}{34}$	6,8	209	17	44,3	25,7

Таблица 5. Результаты взвешиваний проб и параметры наплавленного металла при сварке в вертикальном положении снизу-вверх (PF)

Сварочные материалы	Масса пробы до сварки	Масса проволоки до сварки	Масса расплавленной проволоки	Потери на разбрызгивание и образование шлака	Длина шва	Время сварки	Скорость сварки	Коэффициент наплавки
	Масса пробы после сварки	Масса проволоки после сварки	Масса наплавленного металла					
	г	г	г	%	мм	сек	м/час	г/А·час
G463MG3Si1 (C1)	$\frac{563}{601}$	$\frac{101}{62,5}$	$\frac{38,5}{38}$	1,3	206	110	6,7	7,8
G463MG3Si1 (C1)	$\frac{566}{604}$	$\frac{100,5}{61,4}$	$\frac{39,1}{38}$	2,8	204	84	8,7	7,4
G463MG3Si1 (M21)	$\frac{568}{606}$	$\frac{100}{56}$	$\frac{44}{38}$	13,6	206	100	7,4	8,8
G463MG3Si1 (M21)	$\frac{563}{611}$	$\frac{100,5}{50}$	$\frac{50,5}{48}$	4,9	210	72	10,5	10
T462RCM1 (C1)	$\frac{576}{621}$	$\frac{93,1}{38,4}$	$\frac{58,3}{45}$	22,8	212	88	8,7	12,3
T422RC3H10 (C1)	$\frac{570}{613}$	$\frac{84,3}{35,3}$	$\frac{49}{43}$	12,2	213	75	10,2	15,9
T464PC1H5 (C1)	$\frac{570}{616}$	$\frac{90,7}{35,1}$	$\frac{55,6}{46}$	17,2	203	85	8,6	13,9

Таблица 6. Результаты взвешиваний проб и параметры наплавленного металла при сварке в вертикальном положении сверху-вниз (PG)

Сварочные материалы	Масса пробы до сварки	Масса проволоки до сварки	Масса расплавленной проволоки	Потери на разбрызгивание и образование шлака	Длина шва	Время сварки	Скорость сварки	Коэффициент наплавки
	Масса пробы после сварки	Масса проволоки после сварки	Масса наплавленного металла					
	г	г	г	%	мм	сек	м/час	г/А·час
G463MG3Si1 (C1)	$\frac{551}{589}$	$\frac{100,7}{62,2}$	$\frac{38,5}{38}$	1,3	209	60	12,5	13,4
G463MG3Si1 (M21)	$\frac{566}{603}$	$\frac{99}{55}$	$\frac{44}{37}$	15,9	203	59	12,4	11,3
T462RCM1 (C1)	$\frac{530}{557}$	$\frac{88}{51}$	$\frac{37}{27}$	27	215	46	16,8	10,3
T422RC3H10 (C1)	$\frac{500}{525}$	$\frac{84,5}{43,7}$	$\frac{40,8}{25}$	39	226	45	18,1	9,1
T464PC1H5 (C1)	$\frac{556}{590}$	$\frac{91}{60,4}$	$\frac{30,6}{24}$	21,5	210	46	16,4	9,4

Таблица 7. Расчет прямых затрат на сварку 1 погонного метра шва

Сварочные материалы / Пространственное положение	Расход проволоки на 1 м	Цена проволоки	Стоимость проволоки на 1 м	Расход газа на 1 м	Стоимость газа на 1 м	Время горения дуги на 1 м	Трудоёмкость сварки на 1 м	З.п. сварщика	Затраты эл.энергии	Стоимость эл.энергии	Прямые затраты на сварку 1 м шва
	г	грн/кг	грн/м	кг/м	грн/м	час	час	грн/час	кВт/час	грн	грн
G463MG3Si1 (C1)/PB	198	73	14,45	0,24	2,6	0,041	0,164	8,2	0,437	1,03	26,28
G463MG3Si1 (M21)/PB	204	73	14,89	0,24	5,6	0,041	0,164	8,2	0,41	0,96	29,65
T462RCM1 (C1)/PB	211	90	18,99	0,23	2,5	0,029	0,116	5,8	0,289	0,68	27,97
T422RC3H10 (C1)/PB	230	117	26,9	0,28	3,1	0,027	0,108	5,5	0,265	0,62	36,12
T464PC1H5 (C1)/PB	174	100	17,4	0,21	2,3	0,022	0,088	4,4	0,219	0,51	24,61
G463MG3Si1 (C1)/PF	187	73	13,65	0,22	2,4	0,148	0,59	29,5	0,526	1,24	46,79
G463MG3Si1 (C1)/PF	192	73	14,02	0,23	2,5	0,114	0,46	23	0,640	1,50	41,02
G463MG3Si1 (M21)/PF	214	73	15,62	0,26	6,1	0,135	0,54	27	0,465	1,09	49,81
G463MG3Si1 (M21)/PF	240	73	17,52	0,29	6,8	0,095	0,38	19	0,608	1,43	44,75
T462RCM1 (C1)/PF	275	90	26,91	0,33	3,6	0,115	0,46	23	0,383	0,90	54,41
T422RC3H10 (C1)/PF	230	117	24,75	0,28	3,1	0,098	0,39	19,5	0,283	0,67	47,35
T464PC1H5 (C1)/PF	274	110	30,14	0,33	3,6	0,116	0,46	23	0,360	0,85	57,59
G463MG3Si1 (C1)/PG	184	73	13,43	0,22	2,4	0,08	0,32	16	0,317	0,74	32,57
G463MG3Si1 (M21)/PG	217	73	15,84	0,26	6,1	0,08	0,32	16	0,355	0,83	38,77
T462RCM1 (C1)/PG	172	90	15,48	0,21	2,3	0,059	0,24	12	0,289	0,68	30,43
T422RC3H10 (C1)/PG	181	117	21,18	0,22	2,4	0,055	0,22	11	0,282	0,66	35,24
T464PC1H5 (C1)PG	146	110	16,06	0,18	2,0	0,061	0,24	12	0,285	0,67	30,73

Условно переменные затраты приводятся к 1 метру сварочного шва и приведены в табл. 7. Условно постоянные затраты (ремонт и обновление сварочного оборудования, проведение лабораторных испытаний швов, аттестация сварщиков и одобрение технологических процессов, затраты на освещение, вентиляцию и работу сварочного оборудования в режиме холостого хода) остаются постоянными при замене одного способа сварки на другой. В результате анализа технических параметров сварки, характеристик полученных швов и денежных затрат, приведенных к 1 метру шва, можно сделать следующие выводы:

1. Сварка сплошной проволокой в среде CO_2 во всех пространственных положениях обеспечивает наименьшую скорость процесса, наибольшее прилипание брызг из-за крупнокапельного переноса электродного металла. Потери на разбрызгивание, шлакообразование и угар оказались самыми низкими (1,3–2,2%), хотя визуально разлет крупных капель создает впечатление повышенного разбрызгивания. Сварочный шов, выполненный проволокой соответствующей G463MG3Si1 в среде CO_2 , имеет категорию прочности 3YS по правилам классификационных обществ, хотя по механическим свойствам несколько уступает швам (особенно по влиянию отрицательных температур на величину ударной вязкости), выполненным другими сочетаниями сварочных материалов. Затраты на 1 метр сварочного шва, в среднем, приравниваются к затратам при выполнении сварки другими сочетаниями сварочных материалов при самой низкой цене на сплошную проволоку и двуокись углерода.

2. Сварка сплошной проволокой в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ обеспечивает мелкокапельный перенос электродного металла, существенно уменьшает налипание брызг, хотя взвешивание показало, что потери на разбрызгивание, шлакообразование и угар (4–16%) выше, чем в первом сочетании. Ударная вязкость металла шва при низких температурах (согласно сертификата качества и испытаний, проведенных при одобрении сварочных процедур) выше, чем при сварке в среде двуокиси углерода. Сварка на вертикальной плоскости снизу-вверх дает выигрыш в скорости по сравнению со сваркой в среде CO_2 и близка к скорости сварки порошковыми проволоками, в связи с чем, затраты на 1 метр сварочного шва в данном положении наименьшие по сравнению с другими сочетаниями сварочных материалов.

3. Сравнение двух способов сварки сплошной проволокой в среде CO_2 на вертикальной плоскости снизу-вверх с непрерывным горением дуги

(применяемого сварщиками южных судостроительных заводов Украины) и прерывистым горением дуги на повышенных токах (применяемого сварщиками судостроительных заводов г. Киева) показало, что сечение полученных швов практически одинаковое, но скорость выше при сварке на повышенных режимах и соответственно затраты ниже на 10–15%.

4. Порошковые проволоки были взяты от различных производителей, которые не назывались (из соображения конкуренции между ними). Сварка порошковыми проволоками сопровождается повышенными потерями (в среднем 22%) на шлакообразование и угар при практическом отсутствии налипания брызг. Гладкое формирование поверхности шва и отсутствие прилипших брызг существенно (до 50%) снижают трудоемкость зачистки сварочных швов. При сварке порошковыми проволоками в нижнем положении за счет высокой (до 44,3 м/час) скорости сварки трудоемкость сварки снижается на 46% по сравнению со сваркой сплошной проволокой, а на вертикальной плоскости в положении сверху-вниз – на 25%. Применение порошковой проволоки при сварке на вертикальной плоскости снизу-вверх не дает ощутимого выигрыша в скорости сварки. Высокая стоимость порошковой проволоки по сравнению со сплошной, несмотря на высокую производительность, приводит к тому, что прямые затраты на 1 метр шва близки по значению к затратам при сварке сплошной проволокой.

Отсутствие экономии прямых затрат на сварку 1 метра шва может привести к выводу о нецелесообразности замены классического способа полуавтоматической сварки сплошной проволокой в CO_2 на сварку в смеси газов или порошковой проволокой. Ошибочность такого подхода заключается в том, что снижение трудоемкости сварки рассматривается, как сокращение численности сварщиков и соответственно затрат на оплату их труда. Повышение производительности труда можно рассматривать как возможность при той же численности сварщиков сократить время сварки отдельных элементов изделия и изделия в целом, следовательно, сократить срок сдачи заказа. Например, если при постройке корпуса танкера общим весом 1009 т, сократить время сварки секций на 25–28% и время сварки блоков и монтажных стыков на 20%, то согласно план-графика выполнения заказа сроки передвижки, спуска танкера на воду и сдачи заказчику сокращаются на 10 календарных дней или на 8% от общей продолжительности постройки корпуса.

● #1646



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, об особенностях и способах сварки меди и ее сплавов.

А. Евдокимов, г. Кривой Рог

Медь обладает хорошими пластичностью и прочностью, высокими показателями коррозионной стойкости, электро- и теплопроводности и вакуумной плотности. Благодаря этим свойствам медь применяется во многих отраслях промышленности: химической, электротехнической, судостроении и др. В технике используют техническую медь разной степени чистоты: М0, М1, М2, М3, М4 и ее сплавы. Все сплавы на основе меди можно разделить на два типа: латуни (Л) и бронзы (Бр). Латунь — сплав меди с цинком при содержании цинка более 4%. Применяют латуни простые, легированные только цинком, и специальные латуни, содержащие помимо цинка ряд других легирующих компонентов. Бронзы представляют собой сплавы меди с различными элементами, в которых содержание цинка ограничивается 4%.

Свариваемость меди. Медь плохо сваривается ввиду ее высокой теплопроводности, жидкотекучести и повышенной склонности к образованию трещин при сварке. Теплопроводность меди при комнатной температуре в 6 раз больше чем у технического железа, поэтому сварка меди и ее сплавов производится с увеличенной погонной тепловой энергией, а во многих случаях с предварительным и сопутствующим подогревом основного металла. При переходе из твердого состояния в жидкое медь выделяет большое количество тепла (скрытая теплота плавления), поэтому сварочная ванна поддерживается в жидком состоянии более длительное время, чем при сварке стали. Повышенная жидкотекучесть меди затрудняет ее сварку в вертикальном, горизонтальном и особенно в потолочном положениях.

Водород в присутствии кислорода оказывает отрицательное действие на свойства меди. Водород, проникающий в медь при повышенных температурах сварки, реагирует с кислородом закиси меди, образуя водяной пар, который, стремясь расши-

ряться, приводит к появлению мелких трещин. Это явление при сварке меди называют «водородной болезнью». Например, если сваривать медь покрытыми электродами без подогрева свариваемого изделия (с быстрым охлаждением), то возникнут горячие трещины.

При сварке с подогревом, создающим условия медленного охлаждения, в большинстве случаев водяной пар до затвердевания металла выходит наружу. Однако небольшая часть его остается между слоем сварочного шлака и поверхностью металла шва. В результате чего поверхность металла шва после удаления шлака покрывается мелкими углублениями («рябью»). Этого можно избежать при очень медленном охлаждении шва.

Чем больше кислорода содержится в свариваемой меди, тем значительно проявляется «водородная болезнь».

Затрудняют сварку имеющиеся в меди примеси: мышьяк, свинец, сурьма, висмут и сера. Они практически не растворяются в меди, но образуют с ней легкоплавкие химические соединения, которые, находясь в свободном состоянии, располагаются по границам зерен. В результате чего при усадке в процессе охлаждения сварного соединения образуются горячие трещины. Потому содержание каждой из вредных примесей — кислорода, висмута, свинца в меди и в сварочных материалах — не должно быть более 0,03%, а для особо ответственных сварных изделий — более 0,01%.

Следует помнить, что коэффициент линейного расширения меди гораздо больше чем у железа, вследствие чего сварочные деформации при сварке конструкций из меди и ее сплавов несколько больше, чем при сварке сталей.

Способы сварки меди.

Медь — как металл высокой пластичности, сваривается всеми видами сварки термомеханического класса, за исключением контактной. Контактная сварка затруднена в связи с высокой электропроводностью меди и малым переходным электрическим сопротивлением.

Наиболее прогрессивными видами сварки меди

считают сварку в защитных газах неплавящимся (для толщин до 2–5 мм) и плавящимся (для больших толщин) электродами. При сварке плавящимся электродом применяют аргон, гелий, азот и их смеси с небольшими добавками кислорода. Например, $\text{He} + (1-2)\% \text{O}_2$, $\text{Ar} + (2-4)\% \text{O}_2$ и $\text{N}_2 + (4-6)\% \text{O}_2$ или $\text{N}_2 (25-32)\% + \text{O}_2 (4-6)\% + \text{Ar} (72-68)\%$.

При изготовлении сварных конструкций из меди наибольшее распространение получили следующие виды сварки плавлением: дуговая сварка угольным и плавящимся электродами, под флюсом и в защитных газах, газовая сварка.

Дуговая сварка меди угольным электродом производится при повышенной силе сварочного тока, что обусловлено значительной теплопроводностью меди. Кромки свариваемых деталей соединяются с минимальным зазором из-за высокой жидкотекучести меди. Иногда применяют сварку на стальной подкладке.

Медные листы толщиной более 6 мм следует сваривать с предварительным подогревом до 150–250 °С. Тонкие листы (менее 5 мм) после сварки проковывают в холодном состоянии, а толстые (5–20 мм) — при температуре 200–400 °С. Нагревать медь для проковки выше 400 °С не рекомендуется, т.к. при высоких температурах она становится хрупкой. Проковка выполняется молотком со сферическим бойком и производится с двух сторон сварного соединения нанесением ударов перпендикулярно шву сначала по зонам сплавления, затем по средней части шва и в конце по зоне термического влияния. Во избежание образования трещин от наклепа повторять удары по одному месту запрещено.

Для придания металлу сварного соединения вязкости и пластичности после проковки рекомендуется нагреть его до температуры 550–600 °С и быстро охладить в воде. Эта термообработка гарантирует мелкозернистое строение металла.

Листы большей толщины нужно подготовить со скосом кромок под углом 60–90°.

Сварку ведут длинной дугой (10–15 мм), это позволяет удобнее манипулировать электродом и присадочной проволокой. Конец присадочной проволоки должен находиться между концом электрода и расплавленной ванной, не погружаясь в нее. Расстояние между присадочным металлом и изделием должно быть постоянным и минимальным по величине. При увеличении этого расстояния происходит усиленное разбрызгивание металла и ухудшается формирование шва.

Для сварки применяют постоянный ток прямой полярности при напряжении дуги 40–50 В. На обратной полярности дуга между угольным (графито-

вым) электродом и изделием неустойчива и может поддерживаться только при малой ее длине.

При сварке прутками из фосфористой бронзы можно в качестве флюса применять смесь состава: 94–96% буры, 6–4% магнезия металлического в порошке.

Флюс наносится в разделку и на присадочный пруток. Сварку ведут быстро и по возможности в один проход, чтобы избежать окисления и большого роста зерна.

Сварка меди покрытыми металлическими электродами дает удовлетворительное качество в тех случаях, когда свариваемая медь содержит кислорода не более 0,01%. При содержании в меди более 0,03% кислорода сварные соединения имеют низкие механические свойства.

Для сварки меди применяют электроды марки «Комсомолец-100». Состав их покрытия следующий: плавиковый шпат — 12,5%, полевого шпат — 15%, ферромарганец Mn1, Mn2 — 47,5%, кремнистая медь (73–75% меди, 23–25% кремния, не более 1,5% примесей) — 25%.

Сварку ведут в нижнем положении на постоянном токе обратной полярности. При сварке листов толщиной более 6 мм требуется предварительный подогрев основного металла до 300–400 °С.

Аргонодуговая сварка меди вольфрамовым электродом выполняется на постоянном токе прямой полярности в аргоне высокой чистоты. Для металла толщиной более 4 мм необходим предварительный подогрев до температуры 800 °С. В качестве присадочного материала применяют пруток из меди, медно-никелевого сплава МНЖКТ-5-1-0,2-0,02, бронзы БрКМц 3-1, БрОЦ 4-3. Если толщина металла превышает 6 мм, рекомендуется применять V-образную разделку кромок с суммарным углом раскрытия 60–70°. Сварку обычно выполняют справа налево, «углом вперед», угол наклона электрода 80–90° от вертикали. Угол наклона присадочного прутка 10–15°. Величина вылета электрода 5–7 мм.

Автоматическая сварка под флюсом используется в промышленности для повышения качества шва и производительности. Для этого применяют проволоку из меди марок М1, М2 и М3. Проволоку имеющую диаметр менее 3 мм, предварительно нагартовывают. Если невозможно получить нагартованную тонкую медную проволоку, то применяют более упругую проволоку из бронзы марок БрОФ 4-0,3, БрХ-1 или БрКМц 3-1. При этом следует учесть, что применение медной проволоки снижает риск образования трещин в сварном шве.

Из плавящихся флюсов наибольшее распространение для автоматической сварки получили

флюсы следующих марок: АН-348-А, ОСЦ-45, АН-348, АН-51, АН-10, АН-20 и АН-26. Наряду с плавными флюсами широко применяются керамические флюсы К-13 и ЖМ-1.

Техника сварки меди мало чем отличается от техники сварки стали. Стыковые соединения, толщиной 6–8 мм сваривают за один проход, а при больших толщинах за 2–3 прохода, тщательно очищая каждый предыдущий валик от шлака, прежде чем наплавить последующий. Режимы сварки для последующих слоев выбираются жестче, чем для первого слоя. При сварке меди на полуавтоматах и автоматах используют тонкую сварочную проволоку. В случае сварки стыковых соединений, если толщина свариваемого металла превышает 6 мм, выполняют V-образную разделку с суммарным углом раскрытия до 90° и притуплением 3–4 мм. Сварку выполняют без поперечных колебаний, иначе шов получается пористый. Для сварки меди толщиной 10 мм полуавтоматом проволокой марки М2 Ø 2 мм, рекомендуется однопроходная сварка на режиме: сила тока 300 А, напряжение 30 В, скорость сварки 10 м/ч. Сварку выполняют с поперечными колебаниями держателя. При многопроходной сварке меди больших толщин, во избежание шлаковых включений, нужно придерживаться определенного порядка наплавки валиков. После наплавки первого валика и провара корня шва, необходимо наплавлять валики на сторонах разделки.

Газовая сварка медных листов толщиной до 10 мм выполняется пламенем мощностью 150 дм³ ацетилена/ч на 1 мм толщины металла. Листы большей толщины сваривают пламенем из расчета 200 дм³/ч на 1 мм. Сварку лучше производить одновременно двумя горелками восстановительным пламенем с двух сторон, чтобы не допускать образования в сварочной ванне окислов меди. Сварка меди науглероживающим пламенем не допускается, т.к. вследствие образования газов СО₂ и Н₂О в шве образуются поры и трещины.

Шов заполняется за один слой. Многослойная газовая сварка вызывает перегрев металла и трещины в швах. Чтобы избежать перегрева меди, сварку следует вести с высокими скоростями нагрева и охлаждения сварных соединений.

Металл толщиной до 2 мм сваривают встык без присадочного материала, при толщине 3 мм и более применяют V-образный скос кромок с углом раскрытия 90° и притуплением 1,5–2 мм. Толстые медные листы сваривают встык с X-образной разделкой кромок в вертикальном положении одновременно с двух сторон двумя горелками. Присадочной проволокой служит чистая медь или медь с содержанием раскислителей: фосфора до 0,2%

и кремния до 0,15–0,30%. Проволоку подбирают диаметрами от 1,5 до 8 мм в зависимости от толщины свариваемых листов; проволока 8 мм употребляется для листов толщиной 15 мм и более.

При газовой сварке меди применяют флюсы, используемые при дуговой сварке угольным электродом.

Высокое качество сварного соединения получают, применяя газофлюсовую сварку, при которой порошкообразный флюс засасывается ацетиленом и подается непосредственно в пламя горелки от специальной установки КГФ-2–66, разработанной ВНИИАВТОГЕНМАШем.

Применение проковки также улучшает механические свойства сварных соединений.

Сварка латуни. Температура плавления латуни 800–950 °С.

При дуговой сварке из латуни интенсивно испаряется цинк, расплавленный металл поглощает водород, который не успевает выделиться при затвердевании жидкого металла в сварочной ванне, в результате чего в шве образуются газовые поры. Водород попадает в сварочную ванну из покрытия, флюса или воздуха.

Сварка латуней покрытыми электродами находит ограниченное применение, в основном для исправления брака литья. Это объясняется сильным испарением цинка при дуговой сварке по сравнению с газовой сваркой, дуговой под флюсом или в защитном газе.

Для дуговой сварки латуни применяют электроды марки ЗТ разработки Балтийского завода. Состав электрода следующий: стержень из кремнемарганцовистой бронзы БрКМц 3–1, содержащей 3% кремния и 1% марганца; покрытие из 17,5% марганцовой руды, 13% плавикового шпата, 16% серебристого графита, 32% ферросилиция 75%-го, 2,5% алюминия в порошке. Для снижения выгорания цинка сварка ведется постоянным током при обратной полярности короткой дугой. От вытекания металла стык с обратной стороны защищают прокаленной асбестовой подкладкой. При толщине листов до 4 мм сварку ведут без разделки кромок. При толщине листов более 4 мм разделка кромок такая же, как и для стали. После сварки шов проковывают, а затем отжигают при температуре 600–650 °С для придания металлу мелкозернистой структуры.

Сварку латуни можно выполнять угольным электродом на постоянном токе прямой полярности с применением разных флюсов. Наибольшее распространение получил флюс БЛ-3 следующего состава: 35% — криолита, 12,5% — хлористого натрия, 50% — хлористого калия, 2,5% — древесного угля.

Латунь толщиной до 10 мм сваривают без подогрева, более 10 мм — с подогревом до 300–350 °С.

Газовая сварка латуней обеспечивает лучшее качество сварных соединений, чем дуговая покрытыми электродами. Для уменьшения испарения цинка сварку латуни ведут окислительным пламенем, при этом на поверхности сварочной ванны образуется жидкая пленка окиси цинка, препятствующая его испарению. Избыточный кислород окисляет часть водорода пламени и поглощение жидким металлом водорода уменьшается.

Окислы меди и цинка при газовой сварке удаляют, используя флюсы того же состава, что и при дуговой сварке меди угольным электродом.

Чтобы уменьшить испарения цинка и поглощение сварочной ванной водорода конец ядра пламени должен находиться от свариваемого металла на расстоянии в 2–3 раза большем, чем при сварке стали.

Для газовой сварки латуней разработана присадочная проволока марки ЛК 62–05 (ГОСТ 16130–72), содержащая 60,5–63,5% меди, 0,3–0,7% кремния, остальное — цинк. В качестве флюса при сварке такой проволокой применяют прокаленную буру. Используются также самофлюсующиеся присадочные проволоки, например ЛКБО 62–02–004–05 (ГОСТ 16130–72), содержащая 60,5–63,5% меди, 0,1–0,3% кремния, 0,03–0,1% бора, 0,3–0,7% олова, остальное — цинк. Бор, входящий в состав проволоки, выполняет функции флюса. Применение другого флюса при сварке этой проволокой не требуется.

Хорошее качество газовой сварки латуней достигается с применением флюса БМ-1, состоящего из 25% метилового спирта и 75% метилбората, или флюса БМ-2, состоящего из одного метилбората. Эти флюсы вводятся в сварочную ванну в виде паров. Ацетилен пропускается через жидкий флюс, находящийся в особом сосуде (флюсопитателе), насыщается парами флюса и подается в горелку. Борный ангидрид B_2O_3 является флюсующим веществом. Применение флюса БМ-1 повышает производительность сварки, позволяет получать металл шва с высокими механическими свойствами и уменьшает вредность процесса для сварщика.

Сварка бронзы. Бронза — это сплавы меди с оловом, кремнием, марганцем, фосфором, бериллием и др. Например, при содержании 3–14% олова — оловянистые бронзы, до 1% кремния — кремнистые бронзы. Обычно бронзы применяются для изготовления литых деталей.

Сварные соединения марганцовистой бронзы (0,2–1% марганца) отличаются высокой пластичностью и прочностью, несколько превышающей проч-

ность сварных соединений меди. Бериллиевые бронзы, содержащие до 0,05% бериллия, образуют сварные соединения с достаточной прочностью. Содержание более 0,5% бериллия в медном сплаве приводит к окислению бериллия, образовавшиеся окислы с трудом удаляются из сварочной ванны. Качество сварных соединений из таких бронз невысокое.

Существует широкий спектр марок бронз, по свариваемости значительно отличающихся друг от друга, поэтому и технология сварки бронз разнообразна.

Сварку бронзы можно выполнять угольным электродом с присадочным металлом, покрытыми электродами и неплавящимся (вольфрамовым) электродом в защитной среде аргона. При сварке угольным электродом устанавливается прямая полярность, напряжение дуги — 40–45 В, сварочный ток — 25–35 А на 1 мм диаметра электрода. В большинстве случаев требуется предварительный подогрев до температуры 300–400 °С.

При сварке металлическими покрытыми электродами применяется обратная полярность, сварка на переменном токе производится с осциллятором при повышенном токе. Обычно присадочный материал подбирают так, чтобы его химический состав был идентичен химическому составу свариваемого металла. При сварке угольным электродом оловянистой бронзы применяют присадочный металл в виде прутков с химсоставом: 8% цинка, 3% олова, 6% свинца; фосфора, железа и никеля — 0,2–0,3% каждого, остальное — медь.

Сварку марганцовистой бронзы (например БрМцб) выполняют электродами «Комсомолец-100», обязательно с предварительным подогревом до 400–500 °С. Для сварки алюминиевых и алюминий-никелевых бронз (исправление дефектов литья) с предварительным подогревом до 150–300 °С можно применять электроды АНМц/ЛКЗ-АБ. Сварка выполняется на постоянном токе при обратной полярности короткими участками.

Бронзы, как правило, сваривают в нижнем или наклонном (до 15°) положении.

Газовая сварка бронзы ведется восстановительным пламенем, т.к. при окислительном пламени происходит выгорание легирующих элементов (олова, алюминия, кремния). Мощность пламени устанавливают 100–150 $дм^3$ ацетилена/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. При сварке используются те же флюсы, что и для сварки меди и латуни.

Газовая сварка бронзы дает прочность сварных соединений равную 80–100% прочности свариваемого металла.

● #1647

Риски инновационных проектов, их предупреждения и компенсация*

А. А. Мазур, к.э.н., Л. Б. Любонная, Л. Н. Понафиденко, Н. С. Бровченко,
ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

Инновационная деятельность, то есть создание и доведение до промышленного потребления новой научно-технической продукции — оборудования, материалов, технологий, отличается от обычной промышленной деятельности повышенными затратами и уровнем риска при выводе продукта на рынок. Поэтому на всех этапах инновационного цикла — принятие решения о проведении фундаментальных и прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических разработок, опытно-промышленной проверке результатов и их внедрении — необходимо тщательно дорабатывать не только технические достоинства планируемого к разработке продукта, но и анализировать возможные риски, которые могут помешать успешному выполнению инновационного проекта. Недаром раздел «Риски проекта, их предупреждение и компенсация» является обязательной составной частью бизнес-планов, без чего ни один заказчик не подпишет договор на разработку, а инвесторы не решатся вложить деньги в предлагаемый проект.

Анализом рисков принято называть количественное исследование рисков, ранее обнаруженных на качественном уровне. Кроме того, такое название может иметь и раздел бизнес-плана инновационного проекта, раскрывающий суть рисков в связи с анализом финансового состояния, научно-технического задела, реальных прав интеллектуальной промышленной собственности фирмы на техническое содержание проекта, ее состояния и интересов владельцев фирмы.

Любой риск количественно можно характеризовать двумя способами:

1 — вероятностью нежелательного результата (события);

2 — ценой риска.

Вероятность нежелательного результата (события) определяется экспертно, путем обработки данных коллективной, внешней экспертизой, автоэкспертизой. Вероятности рисков, накладывающихся друг на друга, перемножаются. Это типично для рисков, касающихся событий (работ), которые идут одно за другим по времени или по логике построения

любого коммерческого (в т.ч. инновационного) проекта и его бизнес-плана.

Под ценой риска обычно понимается стоимость потерь (в т.ч. упущенной выгоды), соответствующая вероятности нежелательного исхода (события), с которым связывается этот вид риска.

В целом за 10 лет Технопарками было выполнено 120 инновационных проектов, выпущено инновационной продукции на 12,654 млрд грн., доля экспорта составила 16%, создано 3 564 новых рабочих места. Доля инновационной продукции Технопарков в 2003–2004 гг. составляла более 9% от всего объема выпуска промышленной продукции Украины. Всего за эти годы было начислено более 1 543 млн грн. налогов, из которых 1033 млн грн. перечислено в доходную часть бюджета Украины, а 510 млн грн. — перечислены на спецсчета Технопарков в качестве государственной поддержки инновационной деятельности в соответствии с Законом Украины о технопарках.

В инновационных проектах создания и освоения новых продуктов и технологий возможные риски делятся на:

- технические;
- маркетинговые;
- другие виды рисков.

К техническим рискам относятся:

- отрицательные результаты НИР, составляющих основу инновационного проекта;
- запланированные технические параметры в ходе конструкторских и технологических разработок;
- несоответствие технического уровня разработки техническим возможностям производства и уровню подготовки кадров у потенциального потребителя;
- возникновение побочных проблем взаимодействия разработки с окружающей средой и человеком, с невозможностью решения этих проблем доступными при нынешнем уровне развития науки и техники способами.

Технические риски оцениваются в основном экспертно (желательно силами сторонней незаинтересованной и авторитетной экспертизы) и могут быть уменьшены за счет привлечения к инновационным проектам максимального внешнего информационного потенциала, контрагентов из числа

* Продолжение публикаций о инновационных проектах.
Начало в № 6–2016

лучших научно-технических центров, передовых производственных, инжиниринговых, сервисных и консалтинговых фирм, интернационализации технически рискованных проектов, а также подключения к ним правительственных и межправительственных инстанций, контролирующих сферы науки, техники, образования, экологии и др.

Мероприятия по предотвращению технических рисков включают своевременное выявление допущенных в ходе НИР и ОКР ошибок, исправление их как на стадии, предшествующей практической реализации проекта, так и в процессе практического использования научно-технической продукции. Классическим примером является практика веду-

щих автомобильных концернов, которые отзывают сотни тысяч машин для устранения выявленных при эксплуатации конструктивных дефектов. Более близкий для нас пример — история эксплуатации на украинских железных дорогах южнокорейских скоростных поездов фирмы «Хюндай». Недостаточный учет при проектировании последних особенностей эксплуатации в условиях украинского климата выявил множество дефектов, над устранением которых фирма «Хюндай» вынуждена работать уже третий год.

Маркетинговые и другие виды рисков, а также меры по их предотвращению или компенсации представлены в таблице.

Таблица. Маркетинговые риски

Виды рисков	Меры по предотвращению или компенсации
I. Ошибки при выборе экономических целей проекта	
1.1. Обоснованное определение приоритетов общей экономической и рыночной стратегии фирмы	Объективная оценка экономических целей фирмы, ее возможностей в достижении этих целей
1.2. Ошибки в прогнозе конъюнктуры на рынках, на которых работает компания, а также имеющихся возможностей фирмы отреагировать на прогнозируемые изменения указанной конъюнктуры	Углубление проработок рынка и определение рыночной ниши для инновационного продукта компании
1.3. Неадекватная оценка потребностей сферы потребления и собственного производства	Всесторонний анализ динамики, состояния и перспектив роста собственного производства и потребностей потенциальных заказчиков
II. Коммерческие риски	
2.1. Низкие объемы реализации ИП	Более тщательная аналитическая работа по выбору целевых рынков и конкретных заказчиков. Вывод предварительных договоров на поставку ИП в Украине и на экспорт
2.2. Неудачное выведение ИП на рынок	Предварительное проведение маркетинговых исследований. Анализ планов развития и реконструкции потенциальных потребителей (предприятий и отраслей). Учет особенностей спроса на рынке и наличия конкурентов. Гибкая ценовая политика проникновения на рынок
2.3. Противодействие конкурентов	Предсказания возможной реакции конкурентов. Планирование контрмер в программе маркетинга предприятия
2.4. Циклические изменения в экономике. Рост и падение спроса	Прогнозирование циклических колебаний конъюнктуры, их учет в производственных и инвестиционных планах, употребление др. антикризисных мер на уровне предприятия. Повышение уровня ликвидности за счет ускоренной реализации ИП, сокращение товарных запасов, закупок сырья, материалов и комплектующих, инвестирование в НИОКР
2.5. Изменение цен на ИП, на сырьевые товары	Тщательное прогнозирование цен в кратко- и среднесрочном плане. Заключение долгосрочных контрактов на поставку готовой продукции, материалов и комплектующих по фиксированным ценам. Гибкая политика цен и условий оплаты поставляемой инновационной продукции
2.6. Потери времени, нарушение сроков поставки ИП	Разработка и строгое соблюдение планов НИР и ОКР и производства по срокам и объемам, борьба с незапланированными простоями и др. потерями времени
2.7. Ошибки в ценообразовании	Использование «цены проникновения на рынок», повышение ее по мере роста (или наоборот – снижения по мере падения) спроса на продукцию
2.8. Неудачная организация каналов продвижения товара к потребителю	Реорганизация сети сбыта, замена неэффективно работающих торговых посредников. Материальное стимулирование сотрудников потребителя за участие в совместном освоении инновационной продукции
2.9. Эффективность рекламы	Уточнение целевой аудитории, совершенствование используемых видов рекламы, расширение круга их использования, увеличение расходов на рекламу и другие виды информации
2.10. Риск конфликта с интересами текущей деятельности фирмы и других ее более перспективных проектов	Доработка проекта с целью снижения затрат, повышения его технических и экономических показателей, конкурентоспособности, поиск путей повышения спроса на продукцию проекта

III. Финансовые риски	
3.1. Риск крупных инвестиций в крупномасштабный проект	Глубокая аналитическая и организационно-экономическая работа в предпроектный период, изыскание возможностей удешевления проекта. Включение проекта в обязательные для выполнения государственные программы. Выполнение проекта в специальном режиме инновационной деятельности в рамках технологического парка. Распределение рисков за счет привлечения к осуществлению проекта других фирм и средств венчурных (рисковых) фондов. Наличие резерва производственных мощностей, освоение которых требует минимальных инвестиций. Снижение срока окупаемости проекта
3.2. Риск неоптимального использования финансовых ресурсов при выполнении проекта	Тщательная аналитическая работа при планировании и оптимизации финансовых затрат. Более глубокая предварительная оценка рентабельности проекта. Поиск возможностей получения недорогих кредитов, в т.ч. различных методов поддержки государством инновационных проектов. Применение вексельной формы расчетов за товары и услуги, поставляемые для использования в проекте
3.3. Риск неплатежей за предоставленную ИП	Включение авансового платежа и др. условий предоплаты в договоры поставки. Применение аккредитивных и гибких форм расчетов с поставщиками и заказчиками, проверка их платежеспособности. Активная работа юридических служб предприятия по взысканию просроченных задолженностей
3.4. Риск несоблюдения сроков выполнения проектов, графика расходов и доходов, превышение стоимости проекта	Строгий контроль хода выполнения этапов работ, особенно тех, что лежат на критическом пути сетевого графика, связанных с большими платежами контрагентам и поступлением средств от заказчика
IV. Особенные виды рисков	
4.1. Риски изменения или невыполнения действующего законодательства	Работа с государственными органами по своевременной подготовке к будущим изменениям действующих законов и подзаконных актов. Активная работа администрации, юридических и экономических служб по возмещению упущенной по вине правонарушений действий министерств, ведомств и др. государственных органов выгоды. Привлечение СМИ и общественного мнения к борьбе с изменениями и нарушениями законодательства
4.2. Налоговый и инфляционный риски	Принятие своевременных мер по предупреждению ущерба от воздействия изменений в налоговом законодательстве, от изменения курсов валют, в т.ч. за счет включения в договоры особых условий, учитывающих эти изменения
4.3. Недостаточная патентная защита разработок по проекту	Обеспечение качественного патентного поиска, правильной формулировки патентной новизны, обеспечение сохранения секретов ноу-хау, своевременное обеспечение поддержки проектов
4.4. Ошибки администрации	Тщательный подбор руководителей среднего и высшего звена, эффективная мотивация и стимулирование их деятельности, система персональной ответственности за допущенные ошибки. Профессиональная подготовка и переподготовка управленческих кадров. Моделирование и компьютеризация процесса управления и контроля за ходом выполнения проекта и финансовыми потоками. Создание банка данных потенциальных потребителей ИП, поставщиков необходимых материалов, оборудования, комплектующих. Создание резерва для выдвижения высококвалифицированных специалистов на ответственные должности. Специальная подготовка и стажировка кандидатов на выдвижение, в т.ч. путем временного исполнения обязанностей на планируемой должности
4.5. Другие виды рисков	Употребление своевременных мер по предотвращению или компенсации потерь путем создания резервных и дублирующих мощностей, привлечение дополнительных финансов, расширение кооперации, согласование с заказчиками необходимых в этих случаях изменений в графиках поставки продукции и условиях ее оплаты, различные виды страхования от несчастных случаев, аварий и др. видов нарушения хода выполнения проекта, от коммерческих и финансовых рисков

Работа по выявлению рисков, предотвращению и компенсации возможных потерь должна проводиться в течение всего срока реализации проекта, начиная с предпроектной стадии.

Конкретные меры по устранению рисков и предотвращению вреда должны быть предусмотрены годовым организационно-техническим планом или решаться в оперативном порядке в случае возникновения конкретной опасной ситуации.

Теоретически перечень возможных рисков выполнения инновационных проектов не исчерпывается рассмотренными в этой статье вариантами.

Однако практический опыт, накопленный авторами в ходе многолетней успешной деятельности крупнейшего украинского технопарка – технологического парка Института электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, предоставил авторам возможность выделить существенные и часто случающиеся виды рисков, которые необходимо учитывать при планировании и выполнении инновационных проектов по разработке и внедрению научно-технической продукции промышленного назначения.

● #1648

Технологічне управління якістю та експлуатаційними властивостями виробів у зварювальному виробництві

А. Г. Потап'євський, д.т.н., Ю. К. Бондаренко, к.т.н., Ю. В. Логінова, К. О. Артюх,
ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАНУ (Київ)

Розмова про четверту індустріальну революцію або «індустрію 4.0» велася в Давосі ще з 2011 р. Саме тоді почалося активне обговорення нової технологічної ери, яка, по суті, мінімізує внесок людської праці у виробничі процеси, а також значно спростить життя на побутовому рівні за рахунок «розумних» гаджетів і рішень. Сьогодні ж переломний момент нової індустріальної епохи як ніколи близький. Наприклад, засновник давоського форуму Клаус Шваб впевнений, що вже в найближчому майбутньому світ опиниться в полоні у штучного розуму, а такі технології як 3D-друк, синтетична біологія, НК, ТД та й в цілому поняття «інтернет-речей», коли всі пристрої, якими користується людина, інтегровані в єдину еко- і цифрову систему, стануть нормою життя.

Відповідно, ці процеси дадуть колосальні можливості для економік багатьох країн. Але тільки за умови, що вони зможуть реалізувати людський потенціал, освоїти нові технології і залучити необхідні для цього інвестиції, конструкції та НК (неруйнівний контроль) і ТД (технічну діагностику).

Сучасна світова промисловість налічує не одну сотню компаній, що спеціалізуються на виробництві продукції для зварювання. Більшість із них знаходять доцільним диверсифікувати своє виробництво і не обмежуватися однією лише зварювальною продукцією, спрямувавши 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, але виконує технічні послуги — НК і ТД виробів з різних матеріалів.

Доцільно було б проаналізувати: наскільки ефективні компанії України, що диверсифікують своє виробництво, зможуть задовольнити вимогам конкуренції підприємств в ЄС, зварювання на яких є одним з основних технологічних процесів?

Метою даного аналізу є розробка практичних рекомендацій з використання інструментів системи управління якістю у конкурентній розвідці в компаніях для підвищення їх конкурентоспроможності, ефективності діяльності та стратегічної стійкості для життєздатності.

У найпершу чергу зварювальне виробництво має дбати не про спрощення та зниження собівартості

своїх виробів, а про необхідність зробити обладнання максимально безпечним в обігу і доступним за ціною, про збільшення товарообігу на складах своїх дистрибуційних центрів. Головний об'єкт досліджень — зварювальний процес, що створює самий зварний шов, вимоги до якого позначив замовник. Зварювальний апарат і електрод — не самоціль, а засіб досягнення поставленого завдання. Звичайно, під «завданням» треба розуміти не тільки технічне завдання того чи іншого зварювального проекту, але й проблеми, що стоять перед виробництвом в цілому.

Аналіз показав, що розроблена система для виробництва, зварювальна технологія і засоби її реалізації будуть затребувані багатьма виробниками зварних конструкцій, які мають схожі проблеми і вирішують аналогічні завдання з використанням НК і ТД.

Цінність «Збалансованої системи показників» BSC (balance, score, card) підходу визнана і підтверджена представниками промисловості багатьох країн світу, про це свідчать тисячі комплектів обладнання і сотні тонн зварювальних матеріалів, що виконують конкретні завдання на підприємствах зварних конструкцій замовників в різних галузях промисловості, але на зварювальних підприємствах України його ще не впроваджено.

Для досягнення успіху компанії в конкуренції на ринку продукції та послуг зварювального виробництва розроблено шляхи швидкого реагування на зміни в технології, що дозволять перевершувати конкурентів за якістю продукції, терміном надання послуг, асортиментом та ціною.

Оперативне вивчення інформації про діяльність підприємства і його положення на ринку дозволить керівництву визначити стратегію, сформулювати довгострокові цілі.

Попередній аналіз стану зварювального виробництва показав, що для створення системи поліпшення виробництва оптимальним є використання методології «Збалансованої системи показників» — BCS з візуалізацією досягнень за визначений період: зміну — місяць — квартал — рік з метою інформування в цехах та на дільницях.

На основі проведеного аналізу та досліджень системи BSC встановлено, що потрібно провести додаткові заходи щодо виконання програми підтримки галузевої політики в галузі машинобудування за

допомогою міжнародних вимог BSC (balance, score, card) – додаток до стандарту ISO 9001:2008 та ISO 9001:2015. Аналіз та дослідження системи BSC показали, що матеріальні активи в зварювальному виробництві відіграють тільки 15–20% в формуванні вартості продукції. Встановлено, що для успішного функціонування підприємства необхідні такі чинники: оцінка стану виробництва, оптимальні внутрішні процеси, компетентний персонал, налагоджена база споживачів продукції – зварних конструкцій та система 5 S разом з НК і ТД. Форма звіту збалансованих цільових показників в цеху зварювального підприємства BSC дозволяє постійно висвітлювати стан справ в підрозділах підприємства. Перед дослідженням системи BSC рекомендується скласти дорожню карту аналізу діяльності кожного підрозділу підприємства та стан охорони праці [1].

В результаті досліджень збалансованої системи показників (BSC) та аналізу процесного підходу встановлено також перелік процесів, які є складовою частиною управління та постачання для внутрішніх процесів підприємств зварювального виробництва. Сформульовано та визначено наступні сегменти BSC зварювального виробництва: підготовка персоналу зварювання, НК і ТД, фінансова ідентифікація, перелік внутрішніх процесів, перелік споживачів зварних виробів, нормативні вимоги до процесів зварювання та НК і ТД, які складають основу номенклатури технологічних процесів зварювання та технічних послуг, що необхідно затвердити у Департаменті технічного регулювання та отримати підтвердження відповідності Міністерства економічного розвитку України. За результатами аналізу розроблено процедури підтвердження відповідності та оцінки стану виробництва зварної продукції різних типів, встановлено необхідність розробки процедури постійного моніторингу виробництва (внутрішній аудит) та комплекс інструкцій з вимірювання та перевірки основних параметрів. Встановлено, що згідно Закону України «Про стандартизацію», в зварювальному виробництві для побудови системи BSC та чотирьох сегментів зварювального виробництва необхідно використовувати гармонізовані міжнародні нормативні документи для виконання безпечних та якісних елементів та процесів випуску продукції [2–6] з врахуванням НК і ТД.

На підставі проведених досліджень запропоновано систему ключових показників технологічного управління якістю в зварювальному виробництві, яка формується за висновками аналізу технологічних процесів виготовлення зварних виробів та НК і ТД. Запропоновано структуру процесів верхнього рівня, пов'язаних з управлінням, постачанням, виробництвом, моніторингом зварювального виробництва та контролем експлуатаційних характеристик зварних конструкцій. Результати досліджень використано при розробці рекомендацій та впровадженні

заходів з поліпшення системи управління виробництвом металевих будівельних конструкцій. Проведено дослідження вимог і методів системи BSC для візуалізації результатів виробництва, згідно з системою поліпшення зварювання та монтажу конструкцій після підготовки виробництва для проведення технічного нагляду (моніторингу) за сертифікованою структурою підприємства по ISO 9001:2008 (ISO 9001:2015). За аналізом факторів підвищення якості продукції та виробів для машинобудування, зважаючи на суттєвість людського фактору, сформовано політику та цілі в сфері якості вищого керівництва; мотивації персоналу та розуміння завдань в цій сфері спеціалістами підприємства; рівень координування зварювальних робіт; систему підготовки та атестації зварників, спеціалістів з НК і ТД [6, 8]. При цьому визначено вимоги до розробки програм підтвердження відповідності технологій зварювання, базуючись на впроваджених міжнародних стандартах, враховуючи межі придатності різних схем атестації технологічних процесів зварювання для різних типів продукції та виробництв [3].

Для доступу зварних конструкцій на ринок ЄС необхідно забезпечити виробництво якісними технологічними процесами зварювання, які гарантують їх бездефектність (рис. 1).

У переважній більшості в будівельних конструкціях переважають з'єднання з короткими та замкнутими швами, розміщеними в різних просторових положеннях. Основними проблемами в таких з'єднаннях є недостатність провару в початковій та кінцевій частинах швів, пори та шлакові вclusions. Ці дефекти суттєво погіршують якість зварних конструкцій.

На даний час до технологій, що забезпечують одержання якісних бездефектних швів відносяться імпульсно-дугові процеси в аргоні, суміші аргону з CO₂ та в CO₂ тонким дротом з примусовим керуванням термічним циклом при умові використання якісних (сертифікованих) захисних газів, дротів та зварювальних апаратів [2, 3, 6-9].

При використанні технологій та апаратури без керування струмом та термічним циклом, неякісних (не сертифікованих) зварювальних газів, дротів та джерел живлення, а також при відсутності контролю за виконанням зварювання в з'єднаннях зустрічаються непровари, пори та інші дефекти.

Основними причинами пор є недостатній захист зони зварювання від повітря. При обстеженні виробництв, згідно вимог ДСТУ 3957–2000, виявлено, що в балонах з CO₂, які поставлені без сертифікатів, часто відмічають підвищений вміст повітря та вологи, ніж це зазначено ГОСТ 8050–85. Причиною цього в більшості випадків є порушення технології наповнення балонів CO₂. Балони перед заповненням недостатньо очищують та не осушують, технології заправки не атестовані.

Аналіз технологій зварювання в CO₂ та в суміші аргон-CO₂ виявив, що пори у швах з'являються також під час виконання зварювання на підвищених режимах та за недостатньої подачі захисного газу (CO₂ або суміші аргон-CO₂).

Настройка та супровідний контроль режиму зварювання проводяться за допомогою апаратів на робочих постах (вольтметр, амперметр та регулятор подачі захисного газу). Часто ці прибори не забезпечують достатньої точності параметрів режимів зварювання.

Забезпечити одержання якісних бездефектних зварних конструкцій та вихід на ринок Європи можливо при умові організації робіт із виготовлення конструкцій згідно НД та їх виконання. Порядок організації експорту продукції, в загальному вигляді, представлено на рис. 1.

Окрім того потрібно використовувати Технічний регламент низьковольтного електричного обладнання, введений Законом України та план заходів із його застосування. При проведенні сертифікації необхідно визначати не тільки параметри безпеки продукції, а також – якості технологічних характеристик зварювального обладнання та якості технологічних процесів зварювання, від яких залежить виготовлення зварних конструкцій з допустимим рівнем дефектів [6].

При цьому треба врахувати, що в ЄС діє принцип презумпції відповідності (виробник гарантує відповідність зварної конструкції всім параметрам безпеки та вимогам якості згідно НД).

В разі порушення принципу презумпції відповід-

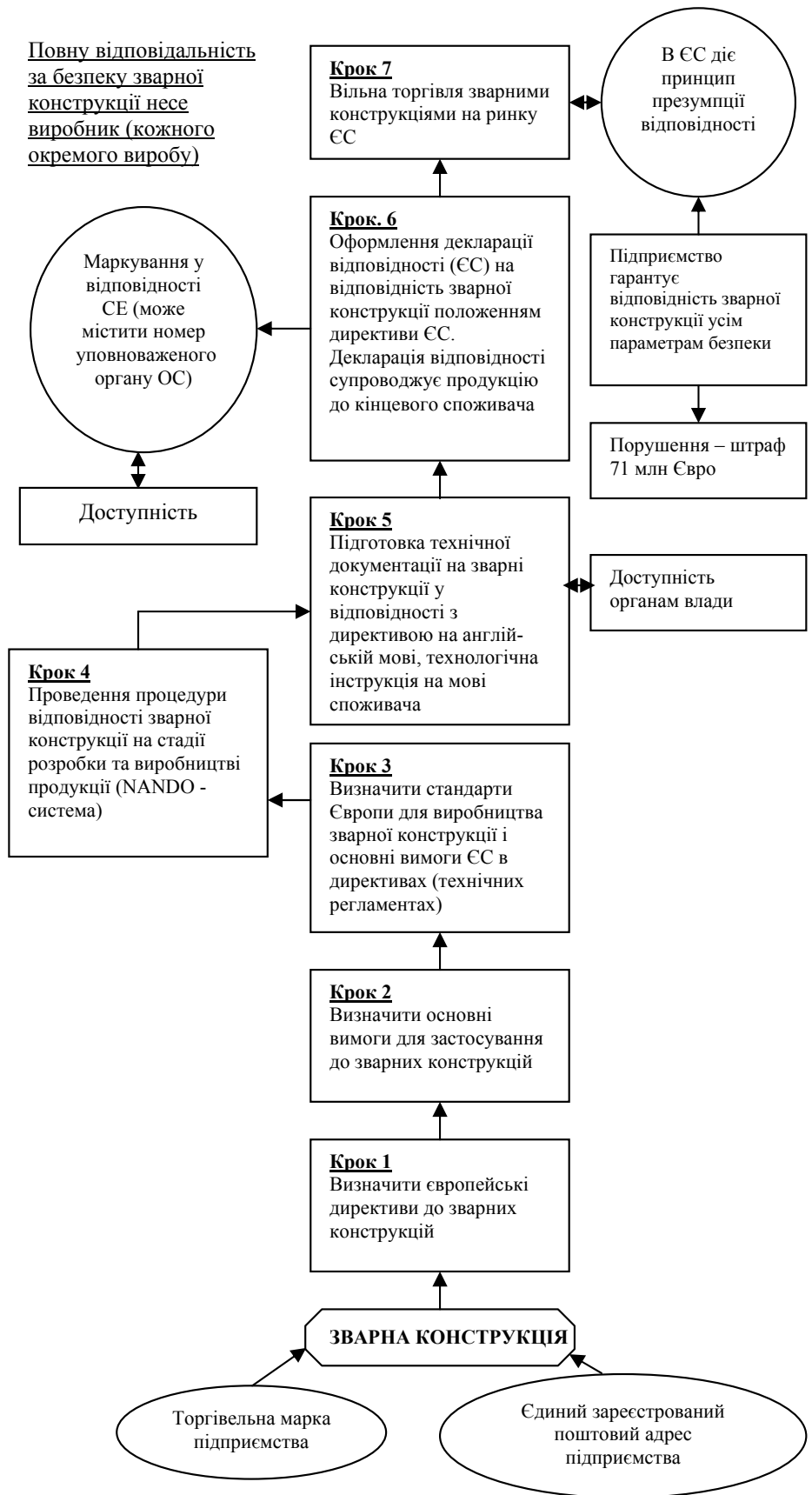


Рис. 1. Як вийти на ринок ЄС – інструкція, крок за кроком

ності виготовленої конструкції на підприємство — виробник накладається штраф до 70 млн Євро.

З викладеного вище можна зробити наступні висновки:

1. Концептуальних змін в ISO 9001:2015 щодо чинного стандарту ISO 9001:2008 не міститься.

2. Режим переходу до нової версії стандарту ISO 9001 встановлено Міжнародним форумом з акредитації (IAF) протягом трьох років.

3. Для перепідготовки персоналу із систем управління якістю в державній системі пропонується наступне:

- ввести в курс перепідготовки тему «Порівняльний аналіз діючої версії стандарту ISO 9001 з подальшою версією»;
- розширити тему: «Процесний підхід. Застосування»;
- ввести до плану курсу нову тему «Управління ризиками»;
- розширити тему «Застосування методів моніторингу та вимірювання, в т.ч. статистичних методів».

4. Потрібно представити схему забезпечення виконання безпечних зварних металоконструкцій та аналіз ризику появи дефектів в зварних з'єднаннях, в захисних газах на заводах при використанні несертифікованих захисних газів (CO₂ або суміші аргон-CO₂).

5. З метою забезпечення якості зварних металоконструкцій необхідна атестація технологій зварювання з урахуванням ДСТУ ISO 15610 та ДСТУ

ISO 15613, технічних регламентів та діючих стандартів відповідності ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ EN1090.

Література:

1. НПАОП 28.52–1.31–13. Правила охорони праці під час зварювання металів.

2. Стандарт ISO 9001:2015.

3. Хэй Хэмптон Д. М. Шаг вперед с ISO 9001:2015. www.klubok.net/article2722.html

4. ДСТУ ISO 2553:2014.: Зварювання та споріднені процеси. Умовні позначення на кресленнях. Зварні з'єднання.

5. ДСТУ ISO 4063:2014. Зварювання та споріднені процеси. Перелік і умовні позначення процесів.

6. ДСТУ ISO 5817:2014. Зварювання плавленням. Зварні з'єднання із сталі, нікелю, титану та їхніх сплавів (крім електронно-променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів швів.

7. ДСТУ ISO 6947:2014. Зварювання та споріднені процеси. Робочі положення.

8. ДСТУ ISO 9606:2014. Кваліфікаційні випробування зварників. Зварювання плавленням. Част. 1. Сталі.

9. Потапьевский А.Г., Бондаренко Ю.К. Мониторинг риска образования дефектов сварных соединений при выполнении ремонта и монтажа путем сварки плавящимся электродом в защитных газах // Матеріали VII Міжнар. науково-техн. конфер. м. Ів.-Франківськ. — 2014. — С 38–42.

• #1649



VII спеціалізована
Виставка

МЕТАЛ ОБЛАДНАННЯ
ІНСТРУМЕНТ

22–24
березня
2017



Палац спорту «Україна» вул. Мельника, 18, Львів

Інформаційні
спонсори



Організатор

Expo
Lviv

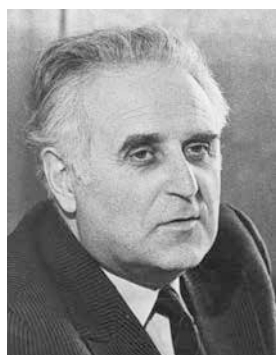
Контакти

тел./факс: (032) 244-18-88
e-mail: expolviv@gmail.com
web: www.expolviv.ua



Электроды и порошковая проволока для сварки новейших конструкций. К 90-летию И. К. Походни

А. П. Литвинов, докт. истор. наук, к.т.н. (Мариуполь)



С 1944 г. и в послевоенные годы основными направлениями работы коллектива ИЭС им. Е. О. Патона являлись: создание высокопроизводительных технологий и оборудования, усовершенствование сварных конструкций с целью восстановления экономики страны. Для решения этих задач были выполнены фундаментальные научные исследования, в т.ч. и по металлургии сварочных процессов.

К концу 1950-х годов на монтажных площадках и в полевых условиях не всегда удавалось применить механизированную сварку под флюсом или в защитных газах. Узлы объемных конструкций с короткими швами в различных пространственных положениях сваривали вручную или полуавтоматами. К этому времени ужесточались условия эксплуатации машин, судов, энергетического оборудования и строительных конструкций. Новое поколение техники создавалось из высокопрочных низколегированных сталей и качество металла шва часто не соответствовало требованиям эксплуатации в экстремальных условиях. Перед производством возникли проблемы создания специальных сварочных материалов. Особые требования предъявлялись к ударной вязкости сварных соединений (не ниже 60 Дж/см), для изделий, работающих при очень низких температурах (-60°C и ниже). Первыми в мировой практике эту задачу удалось решить коллективу отдела ИЭС им. Е. О. Патона, возглавляемому И. К. Походней. Был открыт путь строительства ответственных сооружений.

Доктор технических наук (1968), профессор (1970), академик АН УССР (1976), заслуженный деятель науки и техники Украины (1992), лауреат Государственной премии СССР (1971, 1978), Премии Совета Министров (1983), Государственной премии Украины (1999), Премии им. Е. О. Патона НАНУ (1996), Премии им. Н. Н. Доброхотова НАНУ (2006) Игорь Константинович Походня родился 24 января 1927 г. в Москве (РФ) в семье инженера — экономиста и медика.

В 1930 г. его отца перевели в Минск, в 1941 г. — семья эвакуировалась в Тамбовскую область (РФ). И. К. Походня работал трактористом, в 1944 г. экстерном закончил среднюю школу и поступил в Киевский политехнический институт, который закончил в 1949 г.

Хорошую производственную школу он прошел на Донецком машиностроительном заводе им. XV-летия Комсомола Украины, где работал в 1950–1952 гг. и создал бюро сварки. Опыт инженерно-организационной работы молодой специалист приобрел, внедряя технологии ИЭС им. Е. О. Патона по изготовлению горно-шахтного оборудования, столь необходимого для восстановления и модернизации угольных шахт и рудных карьеров. Тогда же И. К. Походня преподавал технологию металлов в Донецком политехническом институте. Работа И. К. Походни по автоматизации сварочного производства была замечена Б. Е. Патоном (зам. директора ИЭС) во время посещения им Донецкого региона.

В 1952 г. И. К. Походня поступает в аспирантуру ИЭС им. Е. О. Патона. Его руководителем был известный специалист в области металлургии сварочных процессов И. И. Фрумин. Результаты изучения И. К. Походней механизма взаимодействия металлов со шлаками и газами, температуры в сварочной ванне под флюсом явились существенным вкладом в развитие науки о сварочных процессах. В 1958 г. Игорь Константинович становится заведующим лабораторией ИЭС, где впервые в мире были разработаны электрошлаковая наплавка износостойких сплавов, контактно-шлаковая сварка, наплавка порошковой проволокой в углекислом газе, создан низкокремнистый безмарганцевый флюс АН-30, высокотитанистый электропроводный флюс АН-25. Стойкость металлургического оборудования удалось повысить в несколько раз. Блестящая защита кандидатской диссертации в 1955 г. и публикации, в т.ч. в монографиях, поставили И. К. Походню в один ряд с ведущими исследователями сварочных процессов.

В 1958 г. Б. Е. Патон поручает ученому возглавить научные исследования металлургических и электрофизических процессов дуговой сварки,

необходимые для разработки научных основ создания низкотоксичных, высокопроизводительных сварочных материалов; механизации сварки крупногабаритных пространственных конструкций.

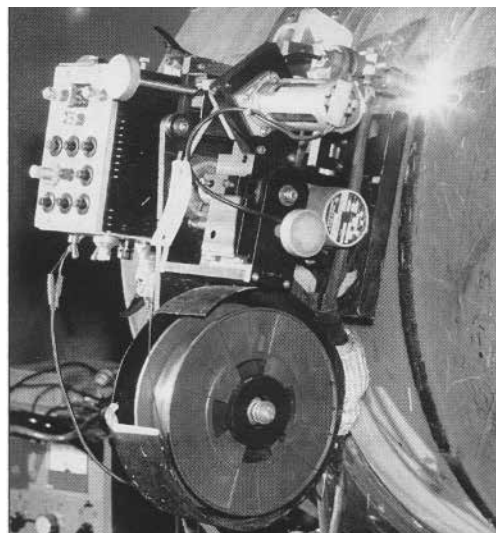
Были изучены процессы абсорбции и десорбции газов в условиях дугового разряда, определено влияние режимов сварки и типа покрытия на температуру капель, на процесс плавления и переноса металла. Эти работы И. К. Походня стали значительным вкладом в теорию сварочных процессов, послужили теоретической базой для создания электродов и порошковых проволок. В последующие годы развитие исследований в этом направлении позволило с новых позиций подойти к трактовке механизма образования пористости сварных швов (И. К. Походня, А. М. Суптель, И. Р. Явдошин, Г. Г. Корицкий, А. П. Пальцевич, В. Н. Горпенюк, Б. А. Костенко и др.).

Для механизации сварки на монтаже Б. Е. Патон предложил использовать порошковую проволоку. И. К. Походня совместно с А. М. Суптелем, В. Н. Шлепаковым изучили кинетику плавления порошковой проволоки, разработали методы регулирования скоростей плавления оболочки и сердечника проволоки и др. физико-химические процессы в сварочной дуге. В 1959 г. был создан промышленный образец порошковой проволоки для дуговой сварки, не требующей дополнительной защиты расплавленного металла, что оказало значительное влияние на развитие техники сварочного производства. Применение созданных самозащитных порошковых проволок различного назначения с оригинальными составами и конструкциями оболочки решило проблему механизации сварочных процессов при монтаже, в открытых цехах, в полевых условиях, на стапелях.

Под руководством И. К. Походня были спроектированы промышленные линии по производству электродных материалов. В соответствии с концепцией Е. О. Патона о сокращении времени внедрения новых идей, в ИЭС было организовано достаточно мощное опытное производство сварочных материалов (В. Л. Борисюк, Л. Ф. Белозеров). Эта работа послужила основой для проектирования и строительства в СССР и др. странах высокопроизводительных электродных заводов и специализированных цехов, реконструкции существующих производств.

В 1962 г. лаборатория, возглавляемая И. К. Походней была преобразована в отдел физико-химических процессов в сварочной дуге.

В 1960-х годах И. К. Походней, А. Е. Марченко, И. Р. Явдошиным, А. М. Бейнишем совместно с медиками и металлургами найдены пути снижения



Сварка порошковой проволокой с принудительным формированием неповоротного стыка трубы диаметром 1240 мм, толщиной 40 мм

выделения вредных веществ, созданы универсальные низкотоксичные высокопроизводительные покрытые электроды АНО-3, АНО-4 и др., налажено их производство. Широкое их внедрение значительно улучшило условия труда сварщиков, привело к резкому уменьшению количества профзаболеваний.

К началу 1970-х годов И. К. Походня становится одним из ведущих ученых мира в области металлургии сварки. Под его руководством создана гамма порошковых проволок общего и специального назначения, организовано их промышленное производство в СССР и др. странах. Отечественные технологические линии, оборудование, «ноу-хау» приобретены фирмами США, ФРГ, Франции, Японии, ЧССР, ВНР, НРБ, Аргентины, Китая.

Проведенные В. Н. Шлепаковым, В. Н. Игнатуком, Ю. А. Гаврилюком, С. П. Гиюком, С. Ю. Юзвенко исследования формирования металла шва, легирования и кристаллизации сварочной ванны в условиях искусственного охлаждения и переменного положения ванны в пространстве, позволили создать оборудование и способ сварки самозащитной проволокой с принудительным формированием швов во всех пространственных положениях.

Созданные в ИЭС трубосварочные комплексы «Стык» – для сварки неповоротных стыков труб самозащитной порошковой проволокой и «Север» – на базе внутритрубной установки контактной сварки непрерывным оплавлением К-700 (В. К. Лебедев, С. И. Кучук-Яценко, В. А. Сахарнов) получили мировую известность и успешно применялись на трассах строящихся трубопроводов в различных климатических, почвенных, рельефных условиях, в т. ч. условиях Крайнего Севера. Все мощные

магистральные трубопроводы в СССР, часть трубопроводов в США, Европе сооружены с применением инновационных технологий и оборудования ИЭС им. Е.О. Патона. В СССР к 1980 г. было построено свыше 100 тыс. км мощных магистральных газо- и нефтепроводов. Работа по созданию специализированного комплекса «Стык» отмечена Премией Совета Министров СССР. В коллективе авторов – сотрудники ИЭС им. Е. О. Патона: И. К. Походня (руководитель), В. Е. Патон, В. Я. Дубовецкий, В. Н. Шлепаков, А. Н. Кутовой, В. Н. Головкин, В. А. Титаренко, П. А. Косенко, В. А. Котов, Л. Н. Орлов, В. К. Сирик. Под руководством И. К. Походни в отделе созданы газозащитные порошковые проволоки для сварки и наплавки в углекислом газе, широко применяемые в промышленности.

В ИЭС им. Е.О. Патона коллективом отдела физико-химических процессов в сварочной дуге созданы электроды для сварки монтажных стыков, гарантирующие надежную эксплуатацию стальных конструкций при повышенном давлении в широком диапазоне температур, в т.ч. в условиях низких температур в полярных условиях. Так, универсальные электроды АНО-37™ обеспечивают предел текучести 500–600 МПа. Для ручной дуговой сварки конструкций из холодостойких сталей высокой прочности (предел текучести 600–700 МПа) созданы электроды АНО-12С. Разработана технология изготовления электродов с двухслойным покрытием (А. Е. Марченко).

В электродах 48ХН-5АН™ для сварки ответственных инженерных сооружений, содержание диффузионного водорода не превышает 5 см³ на 100 г наплавленного металла. По комплексу свойств они не уступают маркам ОК 48.80 и ОК 53.04 фирмы ESAB.

Морские регистры Lloyd Register of Shipping (Великобритания), Bureau Veritas (Франция),



Лауреаты Государственной премии СССР «За создание, организацию производства и внедрение новых материалов (порошковых проволок) для механизированной сварки, обеспечивающих повышение производительности труда и качество сварных конструкций» – слева направо: И. И. Фрумин, А. М. Суптель, И. К. Походня, В. Н. Шлепаков, В. Ф. Альтер. 1978 г.

American Bureau of Shipping (США), Germanischer Lloyd (ФРГ), Речной и Морской регистры СССР разрешили применение этих материалов в судостроении. Созданные материалы помогли решить проблемы строительства корабельных конструкций, магистральных трубопроводов, морских буровых, подъемно-транспортного и горно-рудничного оборудования и др. конструкций из холодостойких сталей повышенной и высокой прочности.

В 1970-х годах И. К. Походня исследует возможность использования порошковых проволок для внепечной обработки металлических расплавов. В.Ф. Альтером, П. А. Косенко, П. И. Раком, В. А. Савенко разработаны технология и оборудование для изготовления порошковых проволок большого диаметра. Внедрение в инъекционную металлургию материалов, содержащих высокоактивные элементы для легирования, модифицирования и десульфации сталей и чугунов значительно повысило качество металла.

Улучшение сварочно-технологических свойств, повышение ударной вязкости сварных соединений достигнуто за счет снижения содержания вредных примесей и микролегирования; уменьшения концентрации водорода в металле швов; применения высокомолекулярных низковязких жидких стекол. Были созданы ультранизководородные электроды для сварки высокопрочных низколегированных сталей (В. В. Головкин, И. Р. Явдошин, Н. В. Скорина, П. А. Косенко, А. Е. Марченко, А. П. Пальцевич, О. И. Фольборг), разработаны способы снижения гигроскопичности покрытий и вакуумная упаковка электродов.

Когда в ИЭС им. Е. О. Патона начали разрабатываться работы по сварке в космосе, Б. Е. Патон поручил И. К. Походне изучить особенности дуговой сварки в условиях изменения внешнего давления и силы тяжести. Результаты исследований процессов, протекающих в условиях невесомости, выполненных



Лауреаты Государственной премии СССР «За коренное улучшение условий труда и повышение производительности при сварке покрытыми электродами и их производстве» – слева направо: И. К. Походня, А. Е. Марченко, И. Р. Явдошин. 1971 г.

А. Е. Марченко, Ю. Д. Морозовым, В. И. Пономаревым были подтверждены в 1969 г. в первом в мире космическом эксперименте на корабле «Союз-6».

И. К. Походня продолжал изучать металлургические процессы, сделал ряд открытий, которые привлекли внимание зарубежных коллег. Так, работа по моделированию поглощения газов сварочной ванной из дуги выполнялась совместно с Лабораторией прикладных исследований Пенсильванского университета (США). Под руководством И. К. Походни в Украине начато и развивается новое и весьма перспективное направление — компьютерное материаловедение.

Исследования металлургических особенностей сварки под керамическими флюсами и путей снижения содержания вредных примесей в сварных швах, выявившие эффективность модифицирования и микролегирования наплавленного металла, легли в основу создания новых агломерированных флюсов алюминатных типов, имеющих хорошие технологические и прочностные свойства (Д. М. Кушнерев, В. В. Головкин и С. Д. Устинов).

В 1986 г. И. К. Походня возглавил одну из комиссий по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС им. В. И. Ленина.

Игорь Константинович подготовил 38 кандидатов наук, 6 из которых стали докторами наук. В 2001 г. его избрали Почетным доктором НТУУ «КПИ».

Много внимания И. К. Походня уделял научно-организационным вопросам сварочного производства в масштабах СССР. Он был членом Научного совета Государственного комитета (ГК) СССР по науке и технике по проблеме «Новые процес-

сы сварки и сварные конструкции», председателем комиссии по сварочным материалам Координационного совета СССР по сварке, членом комиссии «Черная металлургия СССР» ГК СССР по науке и технике и Президиума АН СССР.

И. К. Походня активно участвовал в работе международных конференций, симпозиумов и Международного института сварки; являлся членом Американского общества сварщиков и Американского международного общества информации о материалах.

Наряду с многогранной научной деятельностью Игорь Константинович проводил большую научно-организационную работу. В 1970–1983 гг. он был Главным научным секретарем Президиума АН УССР, в 1983–1988 гг. — вице-президентом, а с 1988 г. — академиком-секретарем Отделения физико-технических проблем материаловедения НАНУ. Его вклад в материаловедение и развитие сварочного производства отмечен орденами «Знак Почета», Трудового Красного Знамени, Октябрьской Революции, «За заслуги» I, II, III степеней, князя Ярослава Мудрого V степени и многими медалями.

И. К. Походня — автор и соавтор более 900 научных работ, в т.ч. 28 монографий, 8 из которых переизданы в США, Великобритании, Китае, Чехословакии, около 300 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами СССР, Болгарии, ЧССР, патентами Украины, РФ, США, ФРГ, Великобритании, Франции, Италии, Австрии, Швейцарии, ГДР, ВНР и др. стран.

● #1651

Семинар «Сварочные материалы»

24 января 2017 г. в ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ прошел семинар «Сварочные материалы», посвященный 90-летию со дня рождения академика Игоря Константиновича Походни.

С приветственным словом к участникам семинара обратился заместитель директора Института, академик Л. М. Лобанов.

Программа семинара включала доклады:

- О трудовом пути И. К. Походни, его вкладе в развитие материаловедения рассказал В. В. Головкин.
- Освещение вопросов производства сварочных материалов представлено в докладе И. Р. Явдошина: «Развитие производства сварочных электродов».
- «Реализации идей И. К. Походни в промышленном производстве» — тема доклада А. С. Котельчука.
- Состоянию отечественного рынка электродов посвящен доклад С. В. Пустовойта: «Состояние

и тенденции развития рынка сварочных электродов в Украине».

- С проблемами сертификации сварочной продукции ознакомил доклад Н. А. Проценко: «Пути расширения рынка сбыта сварочных материалов».
- О структуре выпуска и географии экспорта сварочных электродов, в докладе «Производство сварочных материалов корпорацией «ПлазмаТЕК» рассказал ком. директор предприятия Ю. Н. Омельчук.
- В. Н. Липодаев в своем выступлении акцентировал внимание на информационной поддержке отечественных производителей сварочных материалов.

Одновременно, в демонстрационном зале ИЭС, проходила выставка продукции отечественных производителей сварочных материалов.

● #1652

XV Международный промышленный форум

В Киеве 22–25 ноября 2016 г. в Международном выставочном центре состоялся юбилейный XV Международный промышленный форум, вошедший в 2005 г. в список ведущих мировых промышленных выставок, официально сертифицированных и признанных UFI – Всемирной ассоциацией выставочной индустрии. Международный промышленный форум ежегодно подтверждает свой статус крупнейшего выставочного события Украины в области машиностроения.

Организатор выставки – Международный выставочный центр (МВЦ) – выражает благодарность компаниям и заводам, которые на протяжении многих лет делают выбор в пользу Промышленного форума. Мы искренне рады, что основной костяк наших участников не меняется уже более десяти лет.

В юбилейном Промышленном форуме приняло участие 321 предприятие из 28 стран мира. Общая площадь экспозиции составила 13 000 м², выставку посетило более 9 200 специалистов.

Машиностроительный комплекс Украины был достойно представлен последними новинками на стендах крупнейших отечественных предприятий. Большой интерес вызвала экспозиция АО «МОТОР СИЧ», г. Запорожье, которая состояла из разработок 2016 г.: обрабатывающего центра с УЧПУ «Sinumerik 840 D» MC665–2-Sin840; станка плоскошлифовального высокой точности с крестовым столом и горизонтальным шпинделем ЛТ6–201.

«Сумской завод «ЭНЕРГОМАШ» продемонстрировал ленточнопильный двухстоечный автоматический станок серии СЛП-8535.

Флагман украинского лазеростроения, компания

«АРАМИС», г. Черкассы, представила посетителям выставки станок лазерной резки АFX с экстремальной производительностью и передовыми стандартами обработки.

Частным НПП «Микротех», г. Харьков, производится и экспортируются в Евросоюз тарированные штангенциркули, запатентованные в США, самые прецизионные в мире и в 6 раз превосходящие стандарт DIN862.

Огромное внимание привлекла специализированная выставка «УКРСВАРКА».

ООО «СУМЫ-ЭЛЕКТРОД» демонстрировало на своем стенде электроды ОЗЖН-1, предназначенные для сварки, наплавки и заварки дефектов литья в деталях из серого и высокопрочного чугуна – достойный аналог электродов УТР-86 FN.

Краматорский завод автогенного оборудования «ДОНМЕТ» привез новинки текущего сезона – ряд специальных редукторов, предназначенных для понижения и регулирования давления газов.

Группа компаний «СТАЛЬ СЕРВИС ЦЕНТР» представила машину термической резки с числовым программным управлением Astrum Stinger 1530H для вырезки деталей разнообразных конфигураций с высокой точностью и хорошим качеством реза, предназначенную для использования на небольших производственных предприятиях при мелкосерийном и единичном производстве.

В специализированном разделе выставки «ГИДРАВЛИКА. ПНЕВМАТИКА. ПОДШИПНИКИ» неподдельный интерес вызывал стенд украинского производителя компрессорного оборудования «ЗЕЛКО ГРУПП». На стенде компании были представлены компрессоры со встроенным осушителем





рефрижераторного типа. «ЗЕЛКО ГРУПП» стало первым в Украине производителем, который освоил данный ряд оборудования: компрессоры серии ZelkoAIR, модели ZELKO5-ZELKO22, являющиеся инновационной продукцией на внутреннем рынке Украины и среди европейских производителей.

В этом году компания «ЕСО-FLEX», г. Харьков, расширила ассортимент товаров, производимых в Украине. На выставке были представлены металлорукава больших диаметров и – в оплетке с приварными фланцевыми окончаниями.

Экспонент раздела «Подъемно-транспортное, складское оборудование» завод «КРАНКОМ-ПЛЕКТ», г. Запорожье, расширил свою промышленную линейку в 2016 г. и привез на выставку системы управления магнитным полем для порталных, мостовых, козловых кранов, а также новейшие грузозахватные приспособления.

Сравнивая наполненность украинской экспозиции с предыдущими 2014–2015 гг., можно с уверенностью сказать, что в отечественном производстве наметился выход из кризисного состояния, дающий определенные надежды на будущий год.

Крупнейшие машиностроительные мировые бренды представили на Промышленном форуме свои инновационные проекты и новейшее оборудование. Традиционно оживленно было на стендах ДП «Абпланалп Украина», Galika AG, TL TECHNOLOGY AG, ZCC CUTTING TOOLS EUROPE GmbH, ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмбХ», ООО «Фрониус Украина», ООО «Фанук Украина», ИТЦ «Вариус», ТД «Галподшипник», ТД «Ирбис», НПФ «Империя Металлов», ООО «Камоцци», ООО «Кнут Украина», ООО «Машинтех», ООО «Пауер Белт», Роберт Бош ЛТД, ООО «Саммит», ООО «Сев-Евродрайв», ДП «Сименс Украина», ООО «Станкоинструментимпорт», СП «Стан-Комплект», НПГ «Станкопромимпорт», ООО «Сфера-Техно», ООО «Триада ЛТД Ко», ООО «Тулпресс-Техно», ДП «Фесто» и др. компаний.



Помимо демонстрации основной экспозиции, в течение трех дней на выставке проходили научно-технические конференции, семинары и презентации. Большой интерес участников вызвала 8-я Национальная научно-техническая конференция «Не разрушающий контроль и техническая диагностика», организаторами которой выступили Украинское общество неразрушающего контроля, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, Международный комитет по неразрушающему контролю, Европейская федерация по неразрушающему контролю и Международное общество по мониторингу состояния. Инженерная компания «Технополис» провела тематический семинар по актуальным вопросам повышения эффективности работы и конкурентоспособности машиностроительных предприятий в современной экономической ситуации за счет использования передовых достижений в области инженерных информационных технологий.

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

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

Следующий XVI Международный промышленный форум пройдет с 21 по 24 ноября 2017 г. в МВЦ.

Календарь выставок на 2017 г. Украина

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
22.03-24.03	Львов, Дворец спорта «Украина»	Металл. Оборудование. Инструмент – 2017	VII специализированная выставка	ЭкспоЛьвов www.expolvov.ua
28.03-30.03	Киев, Международный выставочный центр	Киевская техническая ярмарка – 2017	IX Международная специализированная выставка	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua
28.03-30.03	Киев, Международный выставочный центр	Plastexpo - 2017	IX Международная специализированная выставка	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua
23.05-25.05	Запорожье, «Козак Палац»	Литье - 2016	13-я международная научно-практическая выставка-конференция литейного производства	Запорожская ТПП www.cci.zp.ua
23.05-25.05	Запорожье, «Козак Палац»	Машиностроение. Металлургия – 2017	25-я международная специализированная выставка промышленных решений	Запорожская ТПП www.cci.zp.ua
13.09-15.09	Одесса, ВК Одесского морского торгового порта	Электроника и энергетика.	17-я специализированная техническая выставка	Центр выставочных технологий www.expo-odessa.com (0482) 359-992
21.11-24.11	Киев, Международный выставочный центр	XVI Международный промышленный форум – 2017	Металлообработка УкрЛитье УкрСварка	ООО «Международный выставочный центр» www.iec-expo.com.ua

IX Международная специализированная выставка

КИЕВСКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЯРМАРКА

28-30 марта 2017 г.

Организатор:
Международный выставочный центр
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
М "Левобережная"

+38 044 201-11-56, 201-11-58
e-mail: is@iec-expo.com.ua
maria@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр
www.tech-expo.com.ua

Технический партнер: 



Календарь выставок на 2017 г. Международные

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
28.03-30.03	Кельце, Польша	Welding Kielce	Международная выставка технологий сварки и сварочного оборудования	www.targikielce.pl
04.04-07.04	Сингапур, Сингапур	MTA - MetalAsia 2017	21-я выставка по производству и обработке металлов	www.singaporeexpo.com.sg
04.04-07.04	Лион, Франция	INDUSTRIE Lyon 2017	7-я Лионская национальная выставка промышленного производства и оборудования	www.eurexpo.com
04.04-07.04	Минск, Беларусь	Металлообработка-2017	13-я международная специализированная выставка	ЗАО «МинскЭкспо» тел.: + 375 17 226 91 93 E-mail: metall@minskexpo.com www.metalworking.minskexpo.com/
04.04-07.04	Минск, Беларусь	Сварка и резка – 2017	17-я международная специализированная выставка	ЗАО «МинскЭкспо» тел.: + 375 17 226 98 58 E-mail: e_fedorova@solo.by www.minskexpo.com
25.04-28.04	Санкт-Петербург, РФ	Сварка/Welding 2017	18-я международная выставка-конгресс по сварке, резке и родственным технологиям	ЭКСПОФОРУМ тел. +7 812 240 40 40 www.welding.expoforum.ru
09.05-12.05	Прага, Чехия	For Industry – 2017	Международная выставка машиностроительных технологий, сварки и резки	www.forindustry.cz
17.05-20.05	Бухарест, Румыния	Metal Show 2017	Международная выставка металлообработки, сварки и робототехники	www.metalshow.ro т. +40 734 660 673
17.05-20.05	Милан, Италия	Lamiera-2017	Выставка машин и оборудования для обработки листового металла и сварки	www.lamiera.net
18.05-21.05	Пусан, Южная Корея	BUTECH 2017	8-я международная выставка производственных технологий машиностроения	www.bexco.co.kr
23.05-26.05	Минск, Беларусь	Белорусский промышленный форум 2017	21-я международная специализированная выставка	Республика Беларусь, пр. Победителей, 20/2, Футбольный манеж.
23.05-26.05	Нитра, Словакия	Eurowelding-2017	23-я международная выставка сварки и сварочных технологий	www.tradefairdates.com
06.06-09.06	Познань, Польша	ITM Poland 2017	Международная выставка промышленных технологий и оборудования для сварки	www.itm-polska.pl
13.06-16.06	Шанхай, Китай	METAL + METALLURGY CHINA 2017	Международная выставка металлургической и металлообрабатывающей промышленности	www.sniec.net
27.06-30.06	Шанхай, Китай	BEW 2017	22-я международная выставка сварки и резки	www.exponet.ru
18.09-23.09	Эссен, Германия	SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2017	19-я международная выставка сварки, резки и обработки поверхностей	www.messe-essen.de
25.09-29.09	Дюссельдорф, Германия	SCHWEISSEN & SCHNEIDEN 2017	Крупнейшая международная выставка по сварке и резке	www.zukunft-personal.de
03.10-06.10	Тегеран, Иран	TIIIE – 2017	17-я тегеранская международная промышленная выставка	www.iranfair.com
07.11-10.11	Штутгарт, Германия	SCHWEISSTEC 2017	6-я международная специализированная выставка по сварке	www.messe-stuttgart.de
30.11-03.12	Бурса, Турция	Bursa Sheet Metal Processing Technologies Fair 2017	Международная выставка технологий обработки металла	www.tuyap.com.tr

Послевоенное восстановление экономики *

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

Продолжая работать над проблемами, связанными с танковой и др. видами оборонной техники, Институт начал подготовительные работы по применению автоматической сварки в различных отраслях производства послевоенного времени, в т.ч. судостроении и машиностроении.

Уже в 1943 г. в Институте работала группа, которая изучала возможности использования автоматической сварки при восстановлении послевоенной экономики.

В апреле 1943 г. Народный комиссариат судостроительной промышленности СССР обратился в Институт электросварки с просьбой помочь внедрить автоматическую сварку под флюсом в судостроении. Несмотря на напряженную работу коллектива Института на оборонных заводах и нехватку кадров, Е. О. Патон согласился оказать судостроителям необходимую помощь. Институт обязался изготовить в своих мастерских необходимую аппаратуру, помочь судостроительным заводам в наладке, пуске и освоении автосварочных установок. Е. О. Патон написал и издал специальный труд «Автоматическая сварка в судостроении», в котором были намечены элементы судокорпусных конструкций, пригодные для перевода на автоматическую сварку и определены рациональные типы установок для автоматической сварки и технические условия для их проектирования.

6 ноября 1943 г. Киев был очищен от немецко-фашистских захватчиков, шло освобождение территории Украины. К этому времени автоматическая сварка на оборонных заводах страны твердо «стала на ноги». Были воспитаны квалифицированные кадры, способные самостоятельно решать возникающие вопросы. Путь домой был открыт. Не все приехавшие в Нижний Тагил патоновцы дожили до этого дня, но коллектив Института за счет новых людей вырос до 80 человек.

В начале 1944 г. Государственный комитет обороны (ГКО) утвердил постановление «О необходимых мерах по восстановлению хозяйства в районах, освобожденных от немецкой оккупации», в связи с этим было принято решение о реэвакуации Института электросварки в Киев и возложении на него серьезных задач по оказанию действен-

ной помощи промышленности Украины и др. районам страны, пострадавшим от оккупации.

Мирная тематика стала основной в планах Института. Однако связи с оборонной промышленностью, в т.ч. с уральским заводом, ставшим для патоновцев родным домом, не прерывались. Символом единения наших коллективов стала Сталинская премия 1945 г. «За коренное усовершенствование технологии и организацию высокопроизводительного поточного метода производства средних танков при значительной экономии материалов, рабочей силы и снижении себестоимости», присужденная работникам Уральского танкового завода и Института.

В мае 1944 г. коллектив Института возвращается в Киев с готовым планом работ по выполнению заданий ГКО. Первые сварочные автоматы начали работать на двенадцати крупнейших заводах Украины уже в 1945 г. Одновременно с внедрением автоматической сварки пришлось заново воссоздавать материальную базу института. За короткий срок отстраиваются и оснащаются оборудованием его лаборатории и мастерские.

Приоритеты исследовательской работы коллектива сосредоточились на механизации сварочных работ, в т.ч. на дальнейшем развитии автоматической сварки под флюсом, проблемах, связанных со сварным мостостроением, а также на разработке и промышленном освоении новых сварочных процессов.

В марте 1945 г. в ознаменование 75-летия Е. О. Патона и 50-летия научной, инженерной, педагогической и общественной деятельности Институту было присвоено его имя.

1944–1958 гг. стали годами послевоенного становления и интенсивного развития Института, выполнения работ на важнейших объектах военного и послевоенного строительства. Приведенный ниже перечень основных достижений Института за этот период свидетельствуют о том, как его коллектив наращивал темпы работы и в мирное время:

1944 г. — Институт вернулся в Киев. Разработана технология изготовления крупных резервуаров методом сворачивания (рулонирования).

1945 г. — созданы серия автоматов дуговой сварки под флюсом УСА-2, трактор типа ТС-6, сварочный полуавтомат ТС-8, сварочный пистолет для приварки шпилек в монтажных условиях, используемые в судостроении, на металлургических комбинатах и при строительстве резервуаров.

* Часть 4. Продолжение серии публикаций по материалам книги: «ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства»

1946 г. — разработаны и внедрены способы сварки и резки металла под водой.

1947 г. — разработаны самоходный однодуговой сварочный автомат САГ-4; серия специализированных тракторов типа ТС; мощный сварочный трансформатор СТ-1000 с дистанционным управлением для автоматической сварки под флюсом. Разработана система низкокремнистых (основных) флюсов.

1948 г. — впервые в мире создан способ дуговой сварки в вертикальном положении с применением подвижного формирующего ползуна. Начал издаваться журнал «Автоматическая сварка».

1949 г. — впервые в мире разработан бездуговой способ электрической сварки металлов — электрошлаковая сварка.

Разработан способ двухдуговой сварки под флюсом стыковых швов со скоростью 160–200 м/ч. Способ применен при сварке труб большого диаметра.

Разработаны: трансформаторы-регуляторы ТР-1000, СТР-1000 для питания сварочных головок с автоматическим регулированием напряжения дуги; способ дуговой сварки изделий из низколегированной стали в углекислом газе угольным электродом; новые методы сварки в строительстве магистральных газопроводов.

1950 г. — разработан первый специальный флюс для электрошлаковой сварки АН-8 и низкокремниевый флюс АН-20 для наплавки высоколегированных сталей.

1951 г. — в сотрудничестве с Новокраматорским машиностроительным заводом (НКМЗ) впервые в мировой сварочной практике разработаны техника и технология вертикальной электрошлаковой сварки металла толщиной до 2 000 мм. Начаты исследования и инженерные разработки в области сварки алюминия и его сплавов.

1952 г. — разработана техника и технология автоматической наплавки порошковой проволокой. Создан безрельсовый аппарат А-314 для электрошлаковой сварки.

В содружестве с Таганрогским заводом «Красный котельщик» разработана технология автоматической однопроходной электрошлаковой сварки изделий из низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса больших толщин.

Впервые в мировой практике осуществлена электрошлаковая сварка кожуха доменной печи на заводе «Запорожсталь». Впервые в мире получен первый слиток электрошлакового металла.

Впервые в мире разработан способ стыковой контактной сварки оплавлением стыков трубопроводов большого диаметра. Создан кольцевой транс-

форматор для контактной сварки изделий большого сечения.

Разработан способ автоматизированной сварки под флюсом алюминия.

Разработаны низкокремниевые и низкомарганцевые плавящиеся флюсы АН-15 и АН-42.

Ученому совету Института предоставлено право приема к защите кандидатских и докторских диссертаций.

1953 г. — введен в эксплуатацию крупнейший в Европе цельносварной мост через р. Днепр в Киеве, которому присвоено имя Евгения Оскаровича Патона.

Издана книга «Автоматическая электросварка» (под ред. Е. О. Патона).

Опубликована монография Б. Е. Патона и В. К. Лебедева «Элементы расчета цепей переменного тока для дуговой сварки».

1954 г. — разработана технология сварки плоскострачиваемых труб диаметром 50–100 мм, с толщиной стенки 1,5–2,0 мм, длиной 1–2 км в одной бухте.

1955 г. — в связи с двадцатилетием со дня основания, за выдающиеся заслуги в деле развития электросварки Институт электросварки им. Е. О. Патона награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Совместно с НКМЗ разработан способ сварки плавящимся мунштуком.

Издан труд «Электрошлаковая сварка» под редакцией Б. Е. Патона — первое в мире капитальное издание по этому вопросу.

1956 г. — впервые в мире разработана импульсно-дуговая сварка в углекислом газе плавящимся электродом с постоянной скоростью подачи.

Разработан способ электрошлаковой сварки титана большой толщины.

1958 г. — ИЭС назначен головным институтом по сварке в СССР. При Институте организован Координационный совет по сварке. Председатель совета — академик Б. Е. Патон. ИЭС принят в Международный институт сварки.

Наиболее значимые достижения Института этих лет отмечены **Сталинскими** и **Ленинскими** премиями, в т. ч.:

Сталинские премии:

1946 — за разработку и внедрение методов сварки и резки металлов под водой, нашедших широкое применение при ремонте судов и железнодорожных мостов.

1947 — за коренное усовершенствование технологии производства котлов железнодорожных цистерн.

1948 — за коренное усовершенствование методов сооружения магистральных газопроводов.

1950 — за разработку нового способа и создание автоматов и полуавтоматов для шланговой сварки;

- за разработку нового высокопроизводительного способа дуговой автоматической электросварки труб большого диаметра.

1952 — за разработку составов и широкое внедрение серии флюсов для автоматической электросварки.

Ленинские премии:

1957 — за создание и внедрение в тяжелом машиностроении электрошлаковой сварки.

1958 — за разработку и внедрение индустриального метода строительства нефтерезервуаров из плоских полотнищ, сворачивающихся в рулоны.

Из приоритетных разработок патоновской школы этого периода в первую очередь следует отметить создание электрошлаковой сварки (ЭШС) — нового способа сварки, с которого началась целая цепь электрошлаковых технологий: электрошлаковые переplав, литье и наплавка. Использование ЭШС внесло коренные изменения в технологию производства барабанов котлов высокого давления, станин тяжелых прессов и прокатных станов, колёс и валов гидротурбин. Вместо литых и кованных крупногабаритных деталей появились более экономичные — сварные, сварно-литые и сварно-кованные. В 1957 г. сотрудники Института, НКМЗ и завода «Красный котельщик» были удостоены Ленинской премии за создание ЭШС и производство на ее основе крупногабаритных ответственных изделий. Эта работа в 1958 г. получила Гран-При на Всемирной выставке в Брюсселе. Многие зарубежные фирмы приобретали лицензии на использование ЭШС.

Рассматриваемый период развития Института — это период преобразования его в современный мощный научно-исследовательский центр с развитой конструкторской и производственной базой. Были созданы опытные заводы и Опытно-конструкторское и технологическое бюро, способные в металле воплотить идеи ученых.

Своей работой во время войны и послевоенные годы Институт доказал, что ему стало под силу решение любых задач развития сварочного производства и внедрения новой сварочной техники в масштабах всей страны. Поэтому 9 июня 1947 г. по инициативе Института Совет Министров СССР принял Постановление № 1961 «О расширении применения в промышленности автоматической электросварки под слоем флюса». Как отмечал Е. О. Патон, постановление вносило решающий перелом в развитие сварочного дела в СССР — внедрение автоматической сварки под флюсом в народное хозяйство было признано делом государственной важности.

Многолетняя работа ИЭС в области механизации и автоматизации электродуговой сварки получила должную оценку.

Начиная с 1948 г. Госплан СССР был обязан включать в технические планы министерств и ведомств создание установок для автосварки под флюсом. Предусмотрен ввод в действие 680 сварочных автоматов на 111 заводах восемнадцати министерств и резкое увеличение автосварки в общем объеме сварочных работ по основным видам отраслевой продукции.

Постановление создавало прочную материально-техническую базу для внедрения автосварки.

На Институт возлагалось оказание технической помощи заводам, новостройкам и др. предприятиям, осваивающим автосварку.

Еще одно Постановление СМ СССР от 29.05.1948 г. № 1826–720 «О широком внедрении автосварки в судостроении» наряду с техническими заданиями предусматривало:

- организацию подготовки инженеров-сварщиков в ряде вузов (Ленинградский кораблестроительный, МВТУ им. Баумана, КПИ);
- создание факультетов сварочного производства во всех машиностроительных и политехнических вузах;
- расширение сети сварочных техникумов, в т.ч. организацию техникума в Киеве.

Принято было также решение обязать ИЭС изготовить в 1949 г. 250 и в 1950 г. — 270 шланговых полуавтоматов для предприятий восьми министерств.

Как и у многих ученых, интересовавшихся широким кругом вопросов, у Евгения Оскаровича были любимые научные проблемы, разработкой которых он занимался лично в течение многих лет. Основными проблемами для него были механизация сварочных процессов и мостостроение. Создание научных основ сварного мостостроения, позволивших на основе механизированных сварочных процессов осуществить массовое изготовление мостов, является большой заслугой Е. О. Патона.

Когда в начале 1930-х годов Е. О. Патон приступил к изучению проблемы сварного мостостроения, применение сварки в этой области во всем мире развивалось стихийно, без учета технологических особенностей процесса, ее возможностей и условий эксплуатации сварных соединений. Большинство из построенных в этот период сварных мостов были в различное время выведены из эксплуатации в связи с появлением дефектов, угрожающих безопасности движения. Однако Е. О. Патон был твердо убежден в том, что все наблюдавшиеся неблагоприятные явления вызваны не механическими не-

достатками сварки как процесса, а низкой культурой производства и отсутствием единого научного подхода к вопросам сварного мостостроения.

В начале 1940 г. Е. О. Патон уже располагал надежными данными о реальной прочности сварных конструкций. Был создан способ автосварки под флюсом, обеспечивающий стабильное качество швов и высокую производительность, уточнены требования к сталям и сварочным материалам. Это позволило ученому поставить вопрос о применении сварки при строительстве городского моста через р. Днепр в Киеве и при поддержке правительства Украины добиться решения о строительстве сварного варианта моста. По этому варианту мост должен был строиться из сварных элементов с клепаными монтажными соединениями. Однако успешно начавшееся изготовление сварных элементов было прервано войной.

Под руководством Е. О. Патона проводились исследования по разработке оптимальных режимов сварки, новых сварочных материалов, созданию необходимой аппаратуры и приспособлений, выбору основного металла. Результаты исследований позволили ученому рекомендовать для изготовления мостов и других ответственных конструкций низкоуглеродистую спокойную, дополнительно раскисленную алюминием мартеновскую сталь М16С. Из этой стали были построены все мосты, введенные в эксплуатацию при жизни Е. О. Патона. Основным способом сварки мостовых конструкций была автосварка под флюсом.

О значении качества стали для надежности сварных конструкций Е. О. Патон писал: *«Разработка стали для сварных мостов — это только первый шаг. Сварщикам совместно с металлургами нужно много и упорно работать над проблемой выпуска хорошо сваривающихся сталей. Эта задача становится особенно актуальной в связи с широким внедрением низколегированных конструкционных сталей во многих отраслях промышленности».*

Широкое применение мостов со сварными элементами и клепаными монтажными узлами было значительным достижением отечественного мостостроения. Тем не менее, это не позволяло полностью использовать все преимущества сварки. Вес сварного пролетного строения с клепаными монтажными узлами примерно на 8–10%, а цельносварного — на 20–25% меньше клепаного.

В 1946 г. Е. О. Патон совместно с Министерствами путей сообщения (МПС) и строительства

предприятий тяжелой индустрии подали союзному правительству докладную записку о преимуществах сварного мостостроения и замене клепаных пролетов сварными.

Применение сварки в мостостроении вместо клепки обеспечивало значительную экономию металла и труда, улучшение условий эксплуатации сооружения и сокращало сроки строительства.

Придавая большое значение делу внедрения в мостостроении сварных металлических конструкций, дающих экономию металла и рабочей силы по сравнению с клепаными конструкциями, Совмин СССР 31.07.1946 г. принимает развернутое постановление «О применении автоматической сварки в строительстве железнодорожных и шоссейных мостов с металлическими фермами». Постановление поручает МПС и ИЭС:

- организовать наблюдение за изготовлением на заводах пролетных строений и за работой их в эксплуатации;
- развернуть НИР по изучению вопросов, связанных с переходом на широкое применение автоматической сварки в мостостроении;
- разработать до 01.01.1947 г. технологию автосварки низколегированной стали типа СХЛ и к 01.01.1948 г.

метод автосварки монтажных соединений пролетных строений.

Институт электросварки во исполнение постановления выполнил разработки по 24 научно-исследовательским темам и провёл на предприятиях порученную ему постановлением работу.

Всего за 1950–1953 гг. в разных климатических районах страны было изготовлено и установлено более 150 сварных мостов.

На основании положительного опыта, полученного при строительстве и эксплуатации большого числа железно- и автодорожных мостов, Евгений Оскарович возвращается к предложению изготовить цельносварной автодорожный мост через р. Днепр в Киеве. Однако предложение ученого снова встретило сопротивление некоторых мостовиков и даже сварщиков.

Евгению Оскаровичу было тогда 80 лет, но он не отступил от направления, которое считал правильным, и победил.

В развитие Распоряжения СМ СССР от 29.06.1948 г. «О строительстве в г. Киеве шоссейного моста через р. Днепр» правительство УССР принимает решение построить в г. Киеве цельносварной шоссейный мост через р. Днепр.





Мост Патона, Киев

В декабре 1951 г. в Киеве начинается строительство на то время наибольшего в мире цельносварного шоссейного моста через р. Днепр. Е. О. Патон возглавляет исследовательские, проектные, заводские и монтажные работы, связанные с его сооружением.

Уникальность данного цельносварного сооружения, прежде всего, в его размерах. Это один из крупнейших мостов Европы. Он имеет 20 пролетов по 58 м между опорами и 4 судоходных пролета (на главном русле реки) по 87 м между осями опор. Общая длина моста 1492 м с общим весом пролетных строений более 13 тыс. т.

В основу проекта был положен индустриальный метод, по которому в Днепропетровске на заводе им. И. В. Бабушкина изготовлялись крупноблочные элементы, из них на стройплощадке формировалась металлоконструкция всего моста. Это давало возможность максимально использовать автоматическую и полуавтоматическую сварку под флюсом. Широко использовалась автосварка вертикальных монтажных стыков. Свыше 84 % всех заводских и монтажных швов выполнены автоматической и полуавтоматической сваркой под флюсом. При сварке главных ферм эта цифра составляла 97 % для заводских швов и 88 % для монтажных. При проектировании особое внимание обращалось на технологичность элементов, на создание условий для широкого применения автосварки под флюсом.

Е. О. Патон сумел объединить все организации, участвующие в строительстве как в заводских, так и в монтажных условиях, и принимал самое активное участие во всех работах (около 2-х лет).

Исключительными короткими были сроки изготовления и монтажа пролетных строений. Строительство началось в декабре 1951 г. и закончилось в октябре 1953 г. Сварочные работы проводились круглый год. Трудоемкость выполнения сварных монтажных стыков составила 4,17 чел./ ч на 1 т

конструкций вместо 13,5 чел./ ч на 1 т клепаных конструкций.

Подготовку, строительство и монтаж этого уникального сооружения ученый осветил в работе, написанной совместно с представителями других организаций, принимавших участие в проектировании, изготовлении и строительстве моста. Однако Евгению Оскаровичу не довелось воспользоваться почетным правом автора первому пройти по мосту после ввода его в эксплуатацию. Он умер 12 августа 1953 г. на 84-м году жизни, не дожив менее трех месяцев до торжественного открытия моста, до осуществления главного дела всей своей жизни, воплотившего идеи выдающего мостовика и великого сварщика.

Практически до последнего дня жизни он продолжал работать, особое внимание уделяя сварному мостостроению. В строительство одного из крупнейших в мире цельносварного моста, ныне носящего его имя, ученый вложил свои разносторонние знания, огромную энергию и организаторский талант. Уже более 63 лет мост Патона, который Американское сварочное общество признало выдающимся инженерным сооружением XX века, верно служит людям.

Конструктивные и технологические решения, использованные при проектировании и сооружении моста Патона, открыли дорогу широкому использованию сварки в мостостроении. Они были использованы при постройке мостов через р. Днепр в Киеве (Южного, Московского, Гаванского, Подольско-Воскресенского, автодорожного и железнодорожного), мостов в Днепропетровске, Запорожье, Каменец-Подольском и многих других.

К сожалению, этот опыт был проигнорирован при строительстве моста метро в Киеве. С целью экономии металла его сделали из сборного железобетона, но мост оказался очень дорогим. Только стальная арматура железобетона весила больше, чем весил бы весь мост в сварном исполнении.

К выдающимся сварным конструкциям, созданным в Киеве специалистами Института совместно со специалистами ЦНИПИ «Укрпроектстальконструкция», кроме моста Патона, можно отнести также оригинальную конструкцию цельносварной телебашни, которая на 70 м выше Эйфелевой башни и величественный монумент «Родина-мать». Опыт строительства киевской телебашни в дальнейшем был использован при строительстве аналогичных башен в Санкт-Петербурге, Ереване, Тбилиси, Витебске и Харькове.

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 CC/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 MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW-333 («Семоль»)	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 Кеттмри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 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, MMA, 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) Кеттмри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 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 Al	шт.	27 000	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0150. Автоматы для дуговой сварки

Свар. трактор HS-1000 с инвер. ИП для одно- и двухдуговой сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора TC-18M, TC-77A, A-1698, TC-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Аппараты для дуговой сварки Кеттмри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

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

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

I.0170. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки

Сварочные роботы Фапис	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Системы автоматизации сварки Кеттмри ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000

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

I.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

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

I.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 (малогобарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
--	-----	------------	--------------------------	------------------------------

(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
--	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации

I.0310. Машины для термической резки металлов

Машины газорезательные — «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М»,

«Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
--	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.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	шт.	от 168	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
--	-----	--------	--------------------------	------------------------------

(до 100 мм), жидкотопл. (бензин, керосин, ДТ) до 300 мм, ЗИПы	шт.	от 168	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
---	-----	--------	--------------------------	------------------------------

I.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
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.0340. Редукторы, вентили, смесители, затворы, клапаны

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород,

пропановый ВВ-2, ВВ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.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
--	----	------------	--------------------------	------------------------------

I.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
--	---	---------	--------------------------	------------------------------

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»

ул. Петропавловская, 24

08130, с. Петропавловская Борщаговка

тел./факс: (044) 403-16-99

e-mail: info@thermacut.ua



THERMACUT®
THE CUTTING COMPANY®



OXY-FUEL

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

РЕЗАКИ

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

г. Киев: (050) 336-33-91,

(050) 444-22-45

г. Николаев: (050) 333-81-61

г. Харьков: (050) 417-60-68

г. Львов: (050) 382-46-68

www.thermacut.com

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.

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 аргонодуговой, 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 000
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 «Дюзофикс», 300 г, для травл. нерж. стали TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Защита: от налип. брызг, антикорр. «АРК/МРС», 10 л, «Black Jack», 500 мл, «Autravit VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «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 смесях (MB EVO PRO, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60–750 А, газовое и жидкостное охлаждение)
- Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80–500 А, газовое и жидкостное охлаждение).
- Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200–2800 / 200–800 А).
- Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOOOL L1000, ABICOOOL L1250).
- Редукторы газовые.

ПИИ ООО
«Бинцель Украина ГмБХ»

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

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



ABICOR BINZEL

www.binzel-abicor.com

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

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 Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
ПП-АН1 Ø 2,8 мм, ПП-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

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

II.0500. Флюсы плавленные 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
Галэлектросервис ПНФ ООО.....	т. (032) 239 29 15, ф. (032) 239 29 17
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
НАВКО – ТЕХ НПФ ООО.....	т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53
Международный выставочный центр ООО.....	т. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
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, (067) 561 32 24
СЕВИД ЧП КП.....	т. (0552) 37 34 58, ф. 37 35 96, м. (067) 550 11 87
Сварка-Трейддинг 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
Тексика ООО.....	т. (044) 455 43 43, mailbox@teksika.com
Термакат Украина Гмбх ООО.....	т./ф. (044) 403 16 99, м. (050) 336 33 91
Технолазер-Сварка ООО.....	т. (0512) 36 91 20, ф. 50 10 01, 57 21 27
Технопарк ІЭС ім. Е.О. Патона ООО.....	т. (044) 287 27 16, 200 80 42
Фанук Украина ООО.....	т. (044) 531 55 50, 221 17 43, ф. 337 83 51
Зкотехнологія 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» ООО «Меркурий»	(056) 370-10-50 (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» ООО «Бизнес Пресса»	(03422) 52-28-70 (044) 248-74-60
Киев	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Николаев	ООО «Ню Хау»	(0512) 47-20-03
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
Черкассы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги	Цена (грн.)*
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.	90
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.	100
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, trofimits.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».**

1641	1642	1643	1644	1645	1646	1647
1648	1649	1650	1651	1652	1653	1654
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

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-информационного приложения «Все для сварки. Торговый ряд»

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

Строчные ч-б позиции

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

Прогрессивная система скидок

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

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

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

Носители: CD, DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 20-го числа нечетного месяца (например, в № 3 — до 21.03)

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